(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2020-514576
(P2020-514576A)
(43)公表日　令和2年5月21日(2020.5.21)

| (51)Int.Cl. | | | F I | | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| E06B | 9/24 | (2006.01) | E06B | 9/24 | C | 2E043 |
| G02F | 1/15 | (2019.01) | G02F | 1/15 | 502 | 2E105 |
| G02F | 1/163 | (2006.01) | G02F | 1/15 | 507 | 2E182 |
| E06B | 9/264 | (2006.01) | G02F | 1/163 | | 2K101 |
| A47H | 5/02 | (2006.01) | E06B | 9/264 | C | |

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 91 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2019-531271 (P2019-531271)
(86)(22)出願日　平成29年12月13日 (2017.12.13)
(85)翻訳文提出日　令和1年8月9日 (2019.8.9)
(86)国際出願番号　PCT/US2017/066198
(87)国際公開番号　WO2018/112095
(87)国際公開日　平成30年6月21日 (2018.6.21)
(31)優先権主張番号　62/434,826
(32)優先日　平成28年12月15日 (2016.12.15)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

(71)出願人　509335373
ビュー，　インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９５０３５，　ミルピタス，　サウス　ミルピタス　ブールバード　１９５
１９５　Ｓ．　Ｍｉｌｐｉｔａｓ　Ｂｌｖｄ．，　Ｍｉｌｐｉｔａｓ，　ＣＡ　９５０３５　Ｕ．Ｓ．Ａ．
(74)代理人　110000877
龍華国際特許業務法人
(72)発明者　ツェードリッツ、ジェイソン
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９５０３５，　ミルピタス，　サウス　ミルピタス　ブールバード　１９５　ビュー，　インコーポレイテッド内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】色合い調節可能な窓のための制御方法

(57)【要約】
建物の部屋内の占有者の快適さを考慮して、色合い調節可能な窓の色合いを制御する方法。色合い調節可能な窓は、建物の内部と外部との間にある。本方法は、将来の時刻における、色合い調節可能な窓を通って部屋内に入射して受け取られる採光と、部屋内の空間タイプとに基づいて、将来の時刻における色合い調節可能な窓の色合いレベルを予測する。本方法はまた、色合い調節可能な窓の色合いをその色合いレベルに移行させるために、ネットワークを介して命令を提供する。

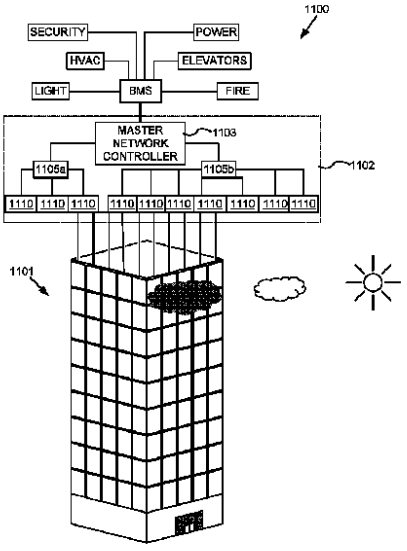



FIG. 15

【特許請求の範囲】
【請求項１】
建物の部屋内の占有者の快適さを考慮して、ネットワーク上の１つ以上の色合い調節可能な窓の色合い状態を制御するための方法であって、
前記ネットワークを介して予測制御ロジックを使用して前記１つ以上の色合い調節可能な窓を操作することであって、前記予測制御ロジックが、前記１つ以上の色合い調節可能な窓を制御するための１つ以上の色合い状態を提供する、操作することと、
事象に対する１つ以上の調整された色合い状態を選択することであって、前記事象が、太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を含む１つ以上の制約によって少なくとも部分的に定義され、前記１つ以上の調整された色合い状態が、前記予測制御ロジックによって提供される前記１つ以上の色合い状態とは少なくとも部分的に異なる、選択することと、
前記１つ以上の制約が満たされるかどうかに基づいて、前記事象が将来の時刻に発生することを予測することと、
前記予測された事象の前記将来の時刻において、またはそれより前に、前記１つ以上の色合い調節可能な窓を前記１つ以上の調整された色合い状態に移行させるために、前記ネットワークを介して命令を提供することと、
前記事象が終了したと判断して、前記１つ以上の色合い調節可能な窓を、前記予測制御ロジックによって提供された前記１つ以上の色合い状態に移行させるために、前記ネットワークを介して命令を提供することと、を含む、方法。
【請求項２】
前記１つ以上の調整された色合い状態を選択することが、前記予測制御ロジックによって提供される前記１つ以上の色合い状態から増分的色合い調整を選択することを含む、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
前記１つ以上の色合い調節可能な窓が前記１つ以上の調整された色合い状態に移行するための１つ以上の移行時間を推定することをさらに含む、請求項１または請求項２に記載の方法。
【請求項４】
前記１つ以上の色合い調節可能な窓を前記１つ以上の調整された色合い状態に移行させるための前記命令が、前記１つ以上の推定された移行時間と前記将来の時刻とに基づいて、１つ以上の時刻に前記ネットワークを介して提供される、請求項３に記載の方法。
【請求項５】
前記１つ以上の制約が日付および／または時刻情報をさらに含む、請求項１～４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項６】
前記１つ以上の制約が、晴天モデルによって提供される推定放射照度をさらに含む、請求項１～５のいずれか一項に記載の方法。
【請求項７】
前記１つ以上の制約が、前記部屋内の測定された放射照度をさらに含む、請求項１～６のいずれか一項に記載の方法。
【請求項８】
前記１つ以上の制約が、前記部屋に関連付けられた占有情報をさらに含む、請求項１～７のいずれか一項に記載の方法。
【請求項９】
前記１つ以上の制約が雲量指数をさらに含む、請求項１～８のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１０】
前記事象が影または反射に対応する、請求項１～９のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１１】

前記事象が、季節の変化および／またはユーザーの好みに対応する、請求項１～１０のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１２】
建物の部屋内の占有者の快適さを考慮して、１つ以上の色合い調節可能な窓の色合い状態を制御するための方法であって、
太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を含む１つ以上の制約によって少なくとも部分的に定義される事象を識別することと、
前記事象の前記識別に応じて、前記１つ以上の色合い調節可能な窓に対する１つ以上の色合い状態を選択することと、
前記１つ以上の制約がいつ満たされるかを示すスケジュールを生成または更新することと、
ネットワークを介して色合い調節命令を前記１つ以上の色合い調節可能な窓に通信するように構成された制御ロジックに前記スケジュールを提供することと、を含む、方法。
【請求項１３】
前記スケジュールを生成または更新することが、太陽位置計算機を使用して実行される、請求項１２に記載の方法。
【請求項１４】
前記事象に対する太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を識別することが、観測された事象に対応する時刻を太陽位置計算機に提供することを含む、請求項１２または請求項１３に記載の方法。
【請求項１５】
前記方法が無線デバイス上で実行される、請求項１２～１４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１６】
前記事象を識別することが、前記建物の３次元モデルの反射面および／または遮光面を識別することを含む、請求項１２～１５のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１７】
事象ベースのモデルを使用してネットワーク上の１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを制御するためのコンピュータプログラムであって、前記コンピュータプログラムが、非一時的なコンピュータ可読媒体から検索されたときに１つ以上のプロセッサによって実行され得るコンピュータ可読プログラムコードを含み、前記コンピュータ可読プログラムコードが、
前記１つ以上の色合い調節可能な窓を制御するための１つ以上の色合い状態を提供する予測制御ロジックを使用して、前記１つ以上の色合い調節可能な窓を操作することと、
事象を定義する１つ以上の制約を受信することであって、前記制約が、太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を含む、受信することと、
前記事象に対する１つ以上の調整された色合い状態を受信することであって、前記１つ以上の調整された色合い状態が、前記予測制御ロジックによって提供される前記１つ以上の色合い状態とは少なくとも部分的に異なる、受信することと、
前記１つ以上の制約が満たされるかどうかに基づいて、前記事象が将来の時刻に発生することを予測することと、
前記予測された事象の前記将来の時刻において、またはそれより前に、前記１つ以上の色合い調節可能な窓を前記１つ以上の調整された色合い状態に移行させるために、前記ネットワークを介して命令を提供することと、
前記事象が終了したと判断して、前記１つ以上の色合い調節可能な窓を、前記予測制御ロジックによって提供された前記１つ以上の色合い状態に移行させるために、前記ネットワークを介して命令を提供することと、を行うための命令を含む、コンピュータプログラム。
【請求項１８】
前記コンピュータ可読プログラムコードが、

日時の発生を示すデータを処理することと、
太陽計算機を使用して、日時データに対応する太陽高度および／または方位値を決定することと、を行うための命令をさらに含む、請求項１７に記載のコンピュータプログラム。
【請求項１９】
前記太陽計算機が、複数の時間エントリを格納するルックアップテーブルを含み、各時間エントリが、太陽高度値および／または方位値に関連付けられる、請求項１８に記載のコンピュータプログラム。
【請求項２０】
前記事象を定義する前記１つ以上の制約が気象情報を含み、前記命令が、現在のおよび／または予測された気象データを受信するようにさらに構成されている、請求項１７～１９のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。
【請求項２１】
前記事象を定義する前記１つ以上の制約が放射照度値を含み、前記命令が、測定された放射照度値を受信するようにさらに構成されている、請求項１７～２０のいずれか一項に記載のコンピュータプログラム。
【請求項２２】
事象ベースのモデルを使用してネットワーク上の１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを制御するためのコンピュータプログラムであって、前記コンピュータプログラムが、非一時的なコンピュータ可読媒体から検索されたときに１つ以上のプロセッサによって実行され得るコンピュータ可読プログラムコードを含み、前記コンピュータ可読プログラムコードが、
事象を定義する１つ以上の制約を受信することであって、前記１つ以上の制約が、太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を含む、受信することと、
前記事象中に前記１つ以上の色合い調節可能な窓に適用される１つ以上の色合い状態を受信することと、
前記１つ以上の制約がいつ満たされるかを示すスケジュールを生成または更新することと、
ネットワークを介して色合い調節命令を前記１つ以上の色合い調節可能な窓に通信するように構成された制御ロジックに前記スケジュールを提供することと、を行うための命令を含む、コンピュータプログラム。
【請求項２３】
占有者の快適さを考慮して、ネットワーク上の１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを制御するためのコントローラであって、前記コントローラが、
予測制御ロジックを有するコンピュータ可読媒体と、
前記コンピュータ可読媒体と通信し、かつ前記色合い調節可能な窓と通信するプロセッサと、を含み、前記プロセッサが、
前記１つ以上の色合い調節可能な窓を制御するための１つ以上の色合い状態を提供する予測制御ロジックを使用して、前記１つ以上の色合い調節可能な窓を操作することと、
事象を定義する１つ以上の制約を受信することであって、前記制約が、太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を含む、受信することと、
前記事象に対する１つ以上の調整された色合い状態を受信することであって、前記１つ以上の調整された色合い状態が、前記予測制御ロジックによって提供される前記１つ以上の色合い状態とは少なくとも部分的に異なる、受信することと、
前記１つ以上の制約が満たされるかどうかに基づいて、前記事象が将来の時刻に発生することを予測することと、
前記予測された事象の前記将来の時刻において、またはそれより前に、前記１つ以上の色合い調節可能な窓を前記１つ以上の調整された色合い状態に移行させるために、前記ネットワークを介して命令を提供することと、
前記事象が終了したと判断して、前記１つ以上の色合い調節可能な窓を、前記予測制

御ロジックによって提供された前記１つ以上の色合い状態に移行させるために、前記ネットワークを介して命令を提供することと、を行うように構成されている、コントローラ。
【請求項２４】
少なくとも１つの窓を制御する方法であって、
ａ．太陽の位置を決定することと、
ｂ．少なくとも１つのセンサーから雲量の示度を受信することと、
ｃ．（ａ）および（ｂ）に基づいて前記少なくとも１つの窓を制御することと、を含む、方法。
【請求項２５】
前記示度が気象観測所によって提供される、請求項２４に記載の方法。
【請求項２６】
前記太陽の前記位置を決定することが、前記少なくとも１つのセンサーにおいて受け取られる最大量の放射照度からの減少を障害物が引き起こすと判定することを含み、前記少なくとも１つのセンサーが、太陽放射照度を測定するように構成された光センサーを含む、請求項２４または請求項２５に記載の方法。
【請求項２７】
前記制御することが、前記少なくとも１つのセンサーにおける最大量の放射照度からの減少を前記障害物が引き起こしている間に実行される、請求項２６に記載の方法。
【請求項２８】
前記制御することが、前記少なくとも１つの窓の色合いレベルを上げることを含む、請求項２７に記載の方法。
【請求項２９】
前記制御することが、前記少なくとも１つの窓の色合いレベルを下げることを含む、請求項２７に記載の方法。
【請求項３０】
前記制御することが、制御装置を用いて、窓用日よけ、窓用カーテン、または窓用ブラインドの位置を制御することを含む、請求項２４～２９のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３１】
前記少なくとも１つのセンサーが光センサーを含む、請求項２４～３０のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３２】
前記少なくとも１つのセンサーが赤外線センサーを含む、請求項２４～３１のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３３】
前記少なくとも１つのセンサーが温度センサーを含む、請求項２４～３２のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３４】
前記少なくとも１つのセンサーが湿度センサーを含む、請求項２４～３３のいずれか一項に記載の方法。
【請求項３５】
太陽位置検出モジュールと、
雲量を示す読み取り値を生成するように構成された少なくとも１つの検出器と、
少なくとも１つの窓と、
前記太陽位置検出モジュールによって検出された太陽位置と、前記少なくとも１つの検出器によって生成された雲量を示す前記読み取り値とに基づいて前記少なくとも１つの窓を制御するように構成された少なくとも１つのコントローラと、を備える、雲検出システム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】

優先権情報

本特許文書は、その全体があらゆる目的で参照により本明細書に組み込まれる、２０１６年１２月１５日に出願（代理人整理番号ＶＩＥＷＰ０４９Ｘ２Ｐ）された「ＣＯＮＴＲＯＬ　ＭＥＴＨＯＤ　ＦＯＲ　ＴＩＮＴＡＢＬＥ　ＷＩＮＤＯＷＳ」と題する米国仮特許出願第６２／４３４，８２６号の優先権の利益を主張するものである。

【０００２】

本特許文書はまた、２０１４年５月９日に出願（代理人整理番号ＶＩＥＷＰ０４９Ｘ１Ｐ）された「ＣＯＮＴＲＯＬ　ＭＥＴＨＯＤ　ＦＯＲ　ＴＩＮＴＡＢＬＥ　ＷＩＮＤＯＷＳ」と題する米国仮特許出願第６１／９９１，３７５号の優先権の利益を主張する、２０１５年５月７日に出願（代理人整理番号ＶＩＥＷＰ０４９Ｘ１ＷＯ）された「ＣＯＮＴＲＯＬ　ＭＥＴＨＯＤ　ＦＯＲ　ＴＩＮＴＡＢＬＥ　ＷＩＮＤＯＷＳ」と題する国際特許出願第ＰＣＴ／ＵＳ２０１５／０２９６７５号の一部継続出願である、２０１６年１１月９日に出願（代理人整理番号ＶＩＥＷＰ０４９Ｘ１）された「ＣＯＮＴＲＯＬ　ＭＥＴＨＯＤ　ＦＯＲ　ＴＩＮＴＡＢＬＥ　ＷＩＮＤＯＷＳ」と題する米国特許出願第１５／３４７，６７７号の一部継続出願である。米国特許出願第１５／３４７，６７７号もまた、２０１３年２月２１日に出願（代理人整理番号ＶＩＥＷＰ０４９）された「ＣＯＮＴＲＯＬ　ＭＥＴＨＯＤ　ＦＯＲ　ＴＩＮＴＡＢＬＥ　ＷＩＮＤＯＷＳ」と題する米国特許出願第１３／７７２，９６９号の一部継続出願である。

【０００３】

本特許文書はまた、２０１６年７月７日に出願（代理人整理番号ＶＩＥＷＰ０８６ＷＯ）された「ＣＯＮＴＲＯＬ　ＭＥＴＨＯＤ　ＦＯＲ　ＴＩＮＴＡＢＬＥ　ＷＩＮＤＯＷＳ」と題する国際特許出願第ＰＣＴ／ＵＳ１６／４１３４４号の一部継続出願である。本特許文書はまた、２０１６年１０月６日に出願（代理人整理番号ＶＩＥＷＰ０９１ＷＯ）された「ＩＮＦＲＡＲＥＤ　ＣＬＯＵＤ　ＤＥＴＥＣＴＯＲ　ＳＹＳＴＥＭＳ　ＡＮＤ　ＭＥＴＨＯＤＳ」と題する国際特許出願第ＰＣＴ／ＵＳ１７／５５６３１号の一部継続出願である。

【０００４】

米国仮特許出願第６２／４３４，８２６号、米国特許出願第１５／３４７，６７７号、国際特許出願第ＰＣＴ／ＵＳ２０１５／０２９６７５号、米国仮特許出願第６１／９９１，３７５号、米国特許出願第１３／７７２，９６９号、国際特許出願第ＰＣＴ／ＵＳ１６／４１３４４号、および国際特許出願第ＰＣＴ／ＵＳ１７／５５６３１号の各々は、その全体があらゆる目的で参照により本明細書に組み込まれる。

【０００５】

本明細書に開示される実施形態は、概して、色合い調節可能な窓（例えば、エレクトロクロミック窓）の色合いおよび他の機能を制御する方法を実施するための窓コントローラおよび関連する予測制御ロジックに関する。

【背景技術】

【０００６】

エレクトロクロミズムは、材料が、異なる電子状態に置かれたときに、典型的には電圧変化を受けることによって、光学的性質において電気化学的に媒介される可逆変化を示す現象である。光学的性質は、典型的には、色、透過率、吸光度、および反射率のうちの１つ以上である。１つの周知のエレクトロクロミック材料が、酸化タングステン（$WO_3$）である。酸化タングステンは、電気化学還元によって、透明から青色への着色移行が起こる陰極エレクトロクロミック材料である。

【０００７】

エレクトロクロミック材料は、例えば、家庭用、商業用および他の用途の窓に組み込むことができる。そのような窓の色、透過率、吸光度、および／または反射率は、エレクトロクロミック材料の変化を誘発することによって変化させることができ、換言すれば、エレクトロクロミック窓は、電子的に暗くまたは明るくすることができる窓である。窓のエレクトロクロミックデバイスに小さな電圧を印加すると窓が暗くなり、電圧を逆にすると

、明るくなる。この能力は、窓を通過する光の量の制御を可能にし、エレクトロクロミック窓を省エネルギー装置として使用する機会を提供する。

【０００８】

エレクトロクロミズムは１９６０年代に発見されたが、エレクトロクロミックデバイス、特にエレクトロクロミック窓は、残念ながら、依然として様々な問題を抱えており、エレクトロクロミック技術、装置、およびエレクトロクロミックデバイスを製造および／または使用する関連方法における多くの最近の進歩にもかかわらず、それらの完全な商業的可能性を実現し始めていない。

【発明の概要】

【０００９】

エレクトロクロミック窓および他の色合い調節可能な窓の異なる色合いレベルへの移行を制御するためのシステム、方法、および装置が提供される。一般に、実施形態は、エレクトロクロミック窓または他の色合い調節可能な窓の色合いレベルを制御する方法を実施するための予測制御ロジックを含む。典型的には、制御ロジックは、建物の内部と外部との間に位置付けられた１つ以上のエレクトロクロミック窓を有する建物または他の建築物において使用され得る。窓は異なる構成を有してもよい。たとえば、オフィスまたはロビーの垂直窓もあれば、廊下の天窓もあり得る。より具体的には、開示された実施形態は、占有者の快適さを直接考慮して、１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いレベルを予測および変更する方法を提供する予測制御ロジックを含む。この方法は、例えば、色合い調節可能な窓の予測された移行時間を見越した、将来の時刻に対する色合いレベルを決定することができる。

【００１０】

快適さは、占有者、または占有者の活動領域に向けられる直射グレアおよび／または全放射エネルギーを減少させることと関係がある。場合によっては、快適さはまた、その領域への十分な自然採光を可能にすることと関係がある。制御ロジックはまた、エネルギー節約のための考慮事項を利用し得る。特定の実装例では、制御ロジックは１つ以上のモジュールを含み得、それらのモジュールのうちの少なくとも１つは、占有者の快適さの考慮事項に関連付けられている。モジュールのうちの１つ以上が、エネルギー消費にも関係していてもよい。

【００１１】

一態様では、制御ロジックの１つ以上のモジュールが、占有者に，または占有者の机などの活動領域に当たる直射日光またはグレアから、占有者の快適さに基づいて決定される色合いレベルを決定することができる。これらのモジュールは、特定の瞬間に、日光が部屋の中へどれだけ遠く侵入するかを決定することができる。次いで、モジュールは、占有者にとって快適となる光のレベルを通過させる適切な色合いレベルを決定することができる。

【００１２】

別の態様では、制御ロジックの１つ以上のモジュールは、晴天条件下での予測放射照度から、エネルギー考慮事項も考慮して、占有者の快適さに基づいて決定された色合いレベルを修正することができる。この態様では、色合いレベルは、地方自治体の条例または基準によって規定されるような、建物内で必要とされる基準窓と少なくとも同程度にうまく機能することを確認するために、暗くしてもよい。修正された色合いレベルは、基準窓と少なくとも同じくらい多くの省エネルギーを冷房で提供するであろう。場合によっては、色合いレベルは、暖房での省エネルギーを提供するために、明るくしてもよい。

【００１３】

さらに別の態様では、制御ロジックの１つ以上のモジュールは、実際の放射照度を考慮して、占有者の快適さおよび予測される晴天放射照度に基づいて決定された色合いレベルを修正することができる。実際の放射照度は、障害物および光の反射のために、予測放射照度とは異なる場合がある。放射レベルを測定できる光センサーまたは他のセンサーを用いて、実際の放射照度を決定することができる。これらの１つ以上のモジュールは、占有

者の快適さおよび予測される晴天放射照度に基づいて決定された色合いレベルと同程度またはそれ以下の光を部屋内に透過させる最も明るい色合いレベルを決定する。

【００１４】

一実施形態は、建物の部屋内の占有者の快適さを考慮して、色合い調節可能な窓の色合いを制御する方法である。色合い調節可能な窓は、建物の内部と外部との間に位置付けられる。この方法は、将来の時刻における色合い調節可能な窓を通って部屋内に入射する直射日光の進入深さと、部屋内の空間タイプとに基づいて、将来の時刻における色合い調節可能な窓の適切な色合いレベルを予測する。この方法は、色合い調節可能な窓の色合いをその色合いレベルに移行させるために、ネットワークを介して命令を提供する。

【００１５】

別の実施形態は、建物の部屋内の占有者の快適さを考慮して、色合い調節可能な窓の色合いを制御するためのコントローラである。色合い調節可能な窓は、建物の内部と外部との間に位置付けられる。コントローラは、色合い調節可能な窓を通って部屋内に入射する直射日光の進入深さと、部屋内の空間タイプとに基づいて、色合い調節可能な窓の色合いレベルを決定するように構成されたプロセッサを含む。コントローラはまた、ネットワークを介してプロセッサおよび色合い調節可能な窓と通信するパルス幅変調器（「ＰＷＭ」）を含む。パルス幅変調器は、プロセッサから色合いレベルを受信し、色合い調節可能な窓の色合いを、決定された色合いレベルに移行させるために、色合い命令を有する信号をネットワークを介して送信するように構成されている。

【００１６】

別の実施形態は、建物内の占有者の快適さを考慮して、色合い調節可能な窓の色合いを制御するためのマスターコントローラである。色合い調節可能な窓は、建物の内部と外部との間に位置付けられる。マスターコントローラは、コンピュータ可読媒体と、コンピュータ可読媒体と通信しかつ色合い調節可能な窓のローカル窓コントローラと通信するプロセッサと、を備える。コンピュータ可読媒体は、色合い調節可能な窓に関連付けられた空間タイプを有する構成ファイルを有する。プロセッサは、コンピュータ可読媒体から空間タイプを受信し、色合い調節可能な窓を通って部屋内に入射する直射日光の侵入深さと、空間タイプとに基づいて、色合い調節可能な窓の色合いレベルを決定し、色合い調節可能な窓の色合いを、決定された色合いレベルに移行させるために、色合い命令をネットワークを介してローカル窓コントローラに送信するように構成されている。

【００１７】

別の実施形態は、占有者の快適さを考慮して、建物のゾーン内の１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを制御する方法である。この方法は、現在の時刻に基づいて、およびゾーンの代表的な窓の予測移行時間に基づいて、将来の時刻を計算する。この方法はまた、将来の時刻における太陽位置を予測し、スケジュール内でユーザーによって指定されたプログラムを決定する。プログラムは、１つ以上の独立変数に基づいて、色合いレベルを決定するためのロジックを含む。この方法はまた、決定されたプログラムを利用して、将来の時刻における予測太陽位置と、占有者の快適さとに基づいて色合いレベルを決定する。この方法はまた、１つ以上の色合い調節可能な窓に命令を通信して、色合いを、決定された色合いレベルに移行させる。

【００１８】

別の実施形態は、占有者の快適さを考慮して、建物のゾーン内の１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを制御するための窓コントローラである。窓コントローラは、予測制御ロジックと、サイトデータと、ゾーンに関連付けられたゾーン／グループデータと、を有するコンピュータ可読媒体を含む。窓コントローラは、コンピュータ可読媒体と通信し、かつ色合い調節可能な窓と通信するプロセッサをさらに含む。プロセッサは、現在時刻と、ゾーンの代表的な窓の予測移行時間とに基づいて、将来の時刻を計算するように構成されている。プロセッサはまた、将来の時刻における太陽位置を予測し、スケジュール内でユーザーによって指定されたプログラムを決定するように構成されている。プログラムは、１つ以上の独立変数に基づいて、色合いレベルを決定するためのロジックを含む。プロ

セッサはまた、決定されたプログラムを利用し、将来の時刻における予測太陽位置を用いて、占有者の快適さに基づいて色合いレベルを決定するように構成されている。プロセッサはまた、ゾーン内の１つ以上の色合い調節可能な窓に命令を通信して、色合いを、決定された色合いレベルに移行させるようにも構成されている。

【００１９】

特定の態様は、建物の部屋内の占有者の快適さを考慮して、１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを制御する方法を含む。１つの方法は、占有領域と１つ以上の色合い調節可能な窓を通る光の３次元投影との間の交点を決定することと、この交点を使用して、１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いレベルを決定することと、１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを、決定された色合いレベルに移行させるための命令を提供することと、を含む。場合によっては、３次元投影は、太陽光線から室内への１つ以上の色合い調節可能な窓の投影である。投影の方向は、場合によっては、太陽の方位および高度に基づいて決定されてもよい。場合によっては、光の３次元投影と関心平面との交点がＰ画像であり、色合いレベルは、Ｐ画像と占有領域との重複の量、および重複の量に基づいて色合いレベルを決定することに基づいて決定される。場合によっては、色合いレベルは、Ｐ画像と占有領域との重複のパーセンテージに基づいて決定される。

【００２０】

特定の態様は、部屋内の占有者の快適さを考慮して、１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを制御するためのコントローラを含む。場合によっては、コントローラは、１つ以上の色合い調節可能な窓を通る光の３次元投影と関心平面との交点を決定し、この交点と占有領域との重複を決定し、決定された重複を用いて、１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いレベルを決定し、１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを、決定された色合いレベルに移行させる命令を提供するように構成されたプロセッサを含む。場合によっては、コントローラは、ネットワークを介してプロセッサと、および色合い調節可能な窓と通信するパルス幅変調器をさらに含む。パルス幅変調器は、決定された色合いレベルをプロセッサから受信し、１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを、決定された色合いレベルに移行させるために、色合い命令を有する信号をネットワークを介して送信するように構成されている。いくつかの態様では、光の３次元投影と関心平面との交点がＰ画像であり、Ｐ画像を決定することは、１つ以上の色合い調節可能な窓の実効開口および実効開口の幾何学中心を決定することと、太陽の方位および高度に基づいて幾何学的中心からのＰ画像オフセットを決定することと、関心平面におけるＰ画像オフセットの周りに実効開口領域を生成することと、を含む。

【００２１】

特定の態様は、建物の部屋内の占有者の快適さを考慮して、１つ以上の色合い調節可能な窓の色合いを制御する方法を含む。場合によっては、この方法は、現在時刻において１つ以上のタイマーが設定されているかどうかを判定することと、１つ以上のタイマーが設定されていない場合に、フィルタリングされた色合いレベルを決定し、１つ以上の色合い調節可能な窓をフィルタリングされた色合いレベルに移行させる命令を提供することと、を含む。場合によっては、フィルタリングされた色合いレベルを決定することは、１つ以上のセンサー読み取り値に基づいて、短いボックスカーの短いボックスカー値を決定することと、１つ以上のセンサー読み取り値に基づいて、第１の長いボックスカーの第１の長いボックスカー値を決定することと、短いボックスカー値と長いボックスカー値との間の差が正であり、かつ正の閾値よりも大きい場合に、照度値を短いボックスカー値に設定して、第１のタイマーを設定することと、短いボックスカー値と長いボックスカー値との間の差が正であり、正の閾値未満である、もしくは負であり、負の閾値よりもよりもさらに負である場合に、照度値を第１の長いボックスカー値に設定することと、を含む。

【００２２】

本開示の特定の態様は、建物の部屋内の占有者の快適さを考慮して、ネットワーク上の色合い調節可能な窓の色合い状態を制御するための方法に関する。この方法は、（ａ）ネットワークを介して予測制御ロジックを使用して色合い調節可能な窓を操作することであ

って、予測制御ロジックが、色合い調節可能な窓を制御するための色合い状態を提供する、操作することと、（ｂ）事象に対する調整された色合い状態を選択することであって、事象が、太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を含む制約によって少なくとも部分的に定義され、調整された色合い状態が、予測制御ロジックによって提供される色合い状態とは少なくとも部分的に異なる、選択することと、（ｃ）制約が満たされるかどうかに基づいて、事象が将来の時刻に発生することを予測することと、（ｄ）予測された事象の将来の時刻において、またはそれより前に、色合い調節可能な窓を、調整された色合い状態に移行させるために、ネットワークを介して命令を提供することと、（ｅ）事象が終了したと判断して、色合い調節可能な窓を、予測制御ロジックによって提供された色合い状態に移行させるために、ネットワークを介して命令を提供することと、を行う操作を含む。

【００２３】

場合によっては、調整された色合い状態を選択することは、予測制御ロジックによって提供される色合い状態からの増分的色合い調整を選択することを含む。

【００２４】

場合によっては、この方法は、色合い調節可能な窓が調整された色合い状態に移行するための移行時間を推定することを含み得る。場合によっては、色合い調節可能な窓を、調整された色合い状態に移行させる命令は、推定された移行時間と将来の時刻とに基づいた時刻にネットワークを介して提供され得る。

【００２５】

場合によっては、制約は、以下、日付および／または時刻情報、晴天モデルによって提供される推定放射照度、部屋内の測定放射照度、部屋に関連付けられた占有情報、雲量指数、のうちの１つ以上をさらに含む。

【００２６】

場合によっては、事象は、影、反射、季節の変化、および／またはユーザーの好みに対応する。

【００２７】

本開示の別の態様は、建物の部屋内の占有者の快適さを考慮して、色合い調節可能な窓の色合い状態を制御するための方法に関する。この方法は、（ａ）太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を含む制約によって少なくとも部分的に定義された事象を識別することと、（ｂ）事象の識別に応じて、色合い調節可能な窓の色合い状態を選択することと、（ｃ）いつ制約が満たされるかを示すスケジュールを生成または更新することと、（ｄ）色合い調節命令をネットワークを介して色合い調節可能な窓に通信するように構成された制御ロジックにスケジュールを提供することと、を行う操作を含む。

【００２８】

場合によっては、スケジュールを生成または更新することは、太陽位置計算機を使用して実行される。場合によっては、事象に対する太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を識別することは、観測された事象に対応する時刻を太陽位置計算機に提供することを含む。

【００２９】

場合によっては、この方法は、コンピュータまたは無線デバイス上で実行される。例えば、事象を識別することは、計算装置を使用して、建物の３次元モデルの反射面および／または遮光面を識別することを含み得る。

【００３０】

本開示の別の態様は、事象ベースのモデルを使用してネットワーク上の色合い調節可能な窓の色合いを制御するためのコンピュータプログラム製品であって、非一時的なコンピュータ可読媒体から検索されたときにプロセッサによって実行され得るコンピュータ可読プログラムコードを含む、コンピュータプログラム製品に関する。プログラムコードは、（ａ）色合い調節可能な窓を制御するための色合い状態を提供する予測制御ロジックを使用して、色合い調節可能な窓を操作することと、（ｂ）事象を定義する制約を受信するこ

とであって、制約が太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を含む、受信することと、（ｃ）事象に対する調整された色合い状態を受信することであって、調整された色合い状態が、予測制御ロジックによって提供される色合い状態とは少なくとも部分的に異なる、受信することと、（ｄ）制約が満たされるかどうかに基づいて、事象が将来の時刻に発生することを予測することと、（ｅ）予測された事象の将来の時刻において、またはそれより前に、色合い調節可能な窓を、調整された色合い状態に移行させるために、ネットワークを介して命令を提供することと、（ｆ）事象が終了したと判断して、色合い調節可能な窓を、予測制御ロジックによって提供された色合い状態に移行させるために、ネットワークを介して命令を提供することと、を行うための命令を含む。

【００３１】

いくつかの実施形態では、プログラムコードは、日時の発生を示すデータを処理し、太陽計算機を使用して日時データに対応する太陽高度および／または方位値を決定するための命令をさらに含む。場合によっては、太陽計算機は、複数の時間エントリを格納するルックアップテーブルであって、各時間エントリが太陽高度値および／または方位値に関連付けられている、ルックアップテーブルを含む。

【００３２】

いくつかの実施形態では、事象を定義する制約が気象情報を含み、命令は、現在のおよび／または予測された気象データを受信するようにさらに構成されている。いくつかの実施形態では、事象を定義する制約が放射照度値を含み、命令は、測定された放射照度値を受信するようにさらに構成されている。

【００３３】

本開示の別の態様は、事象ベースのモデルを使用してネットワーク上の色合い調節可能な窓の色合いを制御するためのコンピュータプログラム製品であって、非一時的なコンピュータ可読媒体から検索されたときにプロセッサによって実行され得るコンピュータ可読プログラムコードを含む、コンピュータプログラム製品に関する。プログラムコードは、（ａ）事象を定義する制約を受信することであって、制約が太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を含む、受信することと、（ｂ）事象中に色合い調節可能な窓に適用される色合い状態を受信することと、（ｃ）制約がいつ満たされるかを示すスケジュールを生成または更新することと、（ｄ）ネットワークを介して色合い調節命令を色合い調節可能な窓に通信するように構成された制御ロジックにスケジュールを提供することと、を行うための命令を含む。

【００３４】

本開示の別の態様は、占有者の快適さを考慮して、ネットワーク上の色合い調節可能な窓の色合いを制御するためのコントローラに関する。コントローラは、予測制御ロジックを有するコンピュータ可読媒体を含む、コンピュータ可読媒体と通信し、かつ色合い調節可能な窓と通信するプロセッサ。プロセッサは、（ａ）色合い調節可能な窓を制御するための色合い状態を提供する予測制御ロジックを使用して、色合い調節可能な窓を操作することと、（ｂ）事象を定義する制約を受信することであって、制約が太陽高度値の範囲および／または方位値の範囲を含む、受信することと、（ｃ）事象に対する調整された色合い状態を受信することであって、調整された色合い状態が、予測制御ロジックによって提供される色合い状態とは少なくとも部分的に異なる、受信することと、（ｄ）制約が満たされるかどうかに基づいて、事象が将来の時刻に発生することを予測することと、（ｅ）予測された事象の将来の時刻において、またはそれより前に、色合い調節可能な窓を、調整された色合い状態に移行させるために、ネットワークを介して命令を提供することと、（ｆ）事象が終了したと判断して、色合い調節可能な窓を、予測制御ロジックによって提供された色合い状態に移行させるために、ネットワークを介して命令を提供することと、を行うように構成されている。

【００３５】

本開示の別の態様は、（ａ）太陽の位置を決定することと、（ｂ）少なくとも１つのセンサーから雲量の示度を受信することと、（ｃ）（ａ）および（ｂ）に基づいて、少なく

とも１つの窓を制御することと、を含む、少なくとも１つの窓を制御する方法に関する。
【００３６】
場合によっては、（ｂ）で受信される示度は気象観測所によって提供される。
【００３７】
場合によっては、太陽の位置を決定するステップは、センサー（複数可）において受け取られる最大量の放射照度からの減少を障害物が引き起こすと判定することを含み、センサー（複数可）は、太陽放射照度を測定するように構成された光センサーを含む。場合によっては、制御するステップは、少なくとも１つのセンサーにおける最大量の放射照度からの減少を障害物が引き起こしている間に実行されてもよい。
【００３８】
場合によっては、制御するステップは、少なくとも１つの窓の色合いレベルを上げること、または少なくとも１つの窓の色合いレベルを下げることを含む。場合によっては、制御するステップは、制御装置を用いて、窓用日よけ、窓用カーテン、または窓用ブラインドの位置を制御することを含む。
【００３９】
場合によっては、雲量を示すための少なくとも１つのセンサーは、例えば、可視光センサーおよび／または赤外線センサーなどの光センサー、温度センサー、および／または湿度センサーを含む。
【００４０】
本開示の別の態様は、（ａ）太陽位置検出モジュールと、（ｂ）雲量を示す読み取り値を生成するように構成された検出器（複数可）と、（ｃ）少なくとも１つの窓と、（ｄ）太陽位置検出モジュールによって検出された太陽位置と、検出器（複数可）によって生成された雲量を示す読み取り値とに基づいて、窓（複数可）を制御するように構成された少なくとも１つのコントローラと、を含む雲検出システムに関する。
【００４１】
これらおよび他の特徴および実施形態が、図面を参照して以下により詳細に説明される。
【図面の簡単な説明】
【００４２】
【図１Ａ】ガラス基板上に形成されたエレクトロクロミックデバイス、すなわちエレクトロクロミックライトの概略図である。
【図１Ｂ】ガラス基板上に形成されたエレクトロクロミックデバイス、すなわちエレクトロクロミックライトの概略図である。
【図１Ｃ】ガラス基板上に形成されたエレクトロクロミックデバイス、すなわちエレクトロクロミックライトの概略図である。
【図２Ａ】ＩＧＵ内に統合された、図１Ａ～１Ｃに関連して説明されるエレクトロクロミックライトの断面概略図である。
【図２Ｂ】ＩＧＵ内に統合された、図１Ａ～１Ｃに関連して説明されるエレクトロクロミックライトの断面概略図である。
【図３Ａ】エレクトロクロミックデバイスの概略断面図である。
【図３Ｂ】色あせた状態の（または色あせた状態に移行中の）エレクトロクロミックデバイスの概略断面図である。
【図３Ｃ】図３Ｂに示されているが、着色された状態の（または着色された状態に移行中の）エレクトロクロミックデバイスの概略断面図である。
【図４】窓コントローラの構成要素の簡略ブロック図である。
【図５】開示された実施形態による、色合い調節可能な窓と少なくとも１つのセンサーとを含む部屋の概略図である。
【図６Ａ】開示された実施形態による、例示的な制御ロジックの３つのモジュールＡ、Ｂ、およびＣの各々によって収集された情報を示す図である。
【図６Ｂ】開示された実施形態による、例示的な制御ロジックの３つのモジュールＡ、Ｂ

、およびＣの各々によって収集された情報を示す図である。
【図６Ｃ】開示された実施形態による、例示的な制御ロジックの３つのモジュールＡ、Ｂ、およびＣの各々によって収集された情報を示す図である。
【図７】開示された実施形態による、建物内の１つ以上のエレクトロクロミック窓を制御する方法のための予測制御ロジックのいくつかのステップを示すフローチャートである。
【図８】図７に示された制御ロジックの一部分の特定の実装例を示すフローチャートである。
【図９】開示された実施形態による、モジュールＡの詳細を示すフローチャートである。
【図１０】開示された実施形態による、占有率ルックアップテーブルの一例である。
【図１１Ａ】開示された実施形態による、窓の近くに位置付けられた机１に基づく空間タイプを有する、エレクトロクロミック窓を含む部屋の概略図である。
【図１１Ｂ】開示された実施形態による、図１１Ａにおけるよりも窓からさらに離れて位置付けられた机２に基づく空間タイプを有する、エレクトロクロミック窓を含む部屋の概略図である。
【図１２】開示された実施形態による、モジュールＢの詳細を示すフローチャートである。
【図１３】開示された実施形態による、モジュールＣの詳細を示すフローチャートである。
【図１４】図７に示された制御ロジックの一部分の別の実装例を示す図である。
【図１５】建物管理システムの一実施形態の概略図である。
【図１６】建物ネットワークの一実施形態のブロック図である。
【図１７】建物の１つ以上の色合い調節可能な窓の機能を制御するためのシステムの構成要素のブロック図である。
【図１８】建物内の１つ以上の色合い調節可能な窓（例えば、エレクトロクロミック窓）の色合いレベルの移行を制御する方法のための予測制御ロジックを示すブロック図である。
【図１９】実施形態による、窓コントローラによって利用されるスケジュールを生成するために、スケジュール情報を入力するのに用いられるユーザーインターフェースのスクリーンショットである。
【図２０】実施形態による、占有率ルックアップテーブルの一例、ならびに受光角と太陽の角度と侵入深さとの間の関係を示す、机および窓を有する部屋の概略図である。
【図２１Ａ】一実施形態による、３つの異なる空間タイプを有する建物の一部分の平面図の概略図である。
【図２１Ｂ】一実施形態による、３つの異なる空間タイプを有する建物の一部分の平面図の概略図である。
【図２１Ｃ】一実施形態による、３つの異なる空間タイプを有する建物の一部分の平面図の概略図である。
【図２２】実施形態による、色合いレベルまたはより多くの色合い調節可能な窓を制御するために使用される窓コントローラ内に存在し得るサブシステムのブロック図である。
【図２３】霧で始まり、その日の遅くに急速に消散して晴れとなる１日に採取されたセンサー照度測定値のグラフである。
【図２４Ａ】図７に示される制御ロジックの一部分の特定の実装例を示すフローチャートである。
【図２４Ｂ】その日の早くに曇っており、その日の遅くに日が照る１日の間の照度読み取り値、および対応する上限および下限のグラフである。
【図２５Ａ】実施形態による、ボックスカー値を使用して色合い調節の決定を行う制御方法のフローチャートである。
【図２５Ｂ】机を有する部屋、および机に向かって座っている占有者の上に太陽が照る部屋の臨界角を示す図である。
【図２６Ａ】実施形態による、普通の１日の間のセンサー読み取り値と、ボックスカーフ

ィルタを使用する制御方法の決定された、関連付けられた決定された色合い状態とに関する２つのグラフである。
【図２６Ｂ】実施形態による、間欠的な急上昇を伴う曇りの１日の間のセンサー読み取り値と、ボックスカーフィルタを使用する制御方法の決定された、関連付けられた決定された色合い状態とに関する２つのグラフである。
【図２７Ａ】１日のうちの時間ｔの間に決定されたセンサー読み取り値、短いボックスカー値、および長いボックスカー値を含む照度値のプロットである。
【図２７Ｂ】図２７Ａのセンサー読み取り値、およびモジュールＢによって決定された関連付けられた色合いレベル、および１日の間にモジュールＣによって決定された色合いレベルのプロットである。
【図２８Ａ】実施形態による、ボックスカー値を使用して色合い調節の決定を行う制御方法のフローチャートである。
【図２８Ｂ】１日のうちの時間ｔの間に決定されたセンサー読み取り値、短いボックスカー値、および長いボックスカー値を含む照度値のプロットである。
【図２９Ａ】実施形態による、ボックスカー値を使用して色合い調節の決定を行う制御方法のフローチャートである。
【図２９Ｂ】１日のうちの時間ｔの間に決定されたセンサー読み取り値、短いボックスカー値、および長いボックスカー値を含む照度値のプロットである。
【図３０】実施形態による、部屋を通って床へ入射する光の３次元投影を示すために、天窓の形態の水平な円形開口を有する部屋の側面図の概略図である。
【図３１】一実施形態による、室内の机への投影を伴う、図３０の部屋の側面図および平面図の概略図である。
【図３２】一実施形態による、天窓の形態の単一の水平な円形開口を有する部屋の側面図および平面図の概略図である。
【図３３】一実施形態による、第１の開口と第２の開口とを含む多面天窓を有する部屋の側面図の概略図である。
【図３４】一実施形態による、第１の開口および第２の開口を含む多面天窓を有し、かつ机を有する部屋の側面図の概略図である。
【図３５】一実施形態による、光を遮断するファセットを含む多面天窓を有する部屋の側面図の概略図である。
【図３６】一実施形態による、グレア領域によって覆われた占有領域の相対部分に対応する最終色合い状態を提供する方法を示す概略図である。
【図３７】３次元光投影を使用するモジュールＡの実施形態に対応する図８のステップ７００の詳細を有するフローチャートである。
【図３８】実施形態による、いくつかの多面天窓を有する部屋および投影の側面図の概略図である。
【図３９Ａ】建物内にグレアを発生させる事象に対して、太陽高度および方位の範囲がどのように決定され得るかを示す図である。
【図３９Ｂ】建物内にグレアを発生させる事象に対して、太陽高度および方位の範囲がどのように決定され得るかを示す図である。
【図４０】事象に対応する太陽高度および方位の範囲を自動的に識別することができるソフトウェアアプリケーションのグラフィカルユーザーインターフェースを示す。
【図４１】いくつかの実施形態による、色合いレベルが窓に適用されることになる事象が発生したかどうかを判定するための太陽の方位および高度の制約を提供する時間ベースのスケジュールを表すテーブルである。
【図４２】いくつかの実施形態による、モジュールＢ'の詳細を示すフローチャートである。
【発明を実施するための形態】
【００４３】
以下の説明では、提示された実施形態の完全な理解を提供するために、多数の具体的な

詳細が説明される。開示された実施形態は、これらの具体的な詳細の一部またはすべてがなくても実施され得る。他の例では、開示された実施形態を不必要に分かりにくくしないために、周知のプロセス動作は詳細に説明されていない。開示された実施形態は特定の実施形態と共に説明されるが、開示された実施形態を限定することを意図していないことが理解されるであろう。

【００４４】

１．エレクトロクロミックデバイスの概要

開示された実施形態はエレクトロクロミック窓（スマートウィンドウとも呼ばれる）に焦点を当てているが、本明細書に開示された概念は、他の種類の色合い調節可能な窓にも適用し得ることを理解されたい。例えば、エレクトロクロミックデバイスの代わりに、液晶デバイスまたは懸濁粒子デバイスを組み込んだ色合い調節可能な窓を、開示された実施形態のいずれにも組み込むことができる。

【００４５】

本明細書に開示されているシステム、窓コントローラ、および方法の実施形態に読者を順応させるために、エレクトロクロミックデバイスの簡単な説明を提供する。エレクトロクロミックデバイスのこの最初の論議は背景のためだけに提供され、続いて記載されるシステム、窓コントローラ、および方法の実施形態は、この最初の論議の特定の特徴および製造プロセスに限定されない。

【００４６】

本明細書に記載の実施形態を例示するために、エレクトロクロミックライトの特定の実施例が図１Ａ～１Ｃを参照して説明される。図１Ａは、ガラス板１０５から開始し製造されるエレクトロクロミックライト１００の断面図（図１Ｃの断面カットＸ'－Ｘ'参照）である。図１Ｂは、エレクトロクロミックライト１００の端面図（図１Ｃの観察視点Ｙ－Ｙ'参照）を示し、図１Ｃは、エレクトロクロミックライト１００のトップダウン図を示す。図１Ａは、ライトの外周の周りに領域１４０を生成するために端縁が除去された、ガラス板１０５上での製造後のエレクトロクロミックライトを示す。エレクトロクロミックライトもレーザースクライブ加工され、バスバーが取り付けられている。ガラスライト１０５は、拡散障壁１１０と、拡散障壁上の第１の透明導電酸化物層（ＴＣＯ）１１５とを有する。この実施例では、端縁除去プロセスはＴＣＯ１１５および拡散障壁１１０の両方を除去するが、他の実施形態ではＴＣＯのみが除去され、拡散障壁はそのまま残される。ＴＣＯ１１５は、ガラス板上に製造されたエレクトロクロミックデバイスの電極を形成するために使用される２つの導電層のうちの第１導電層である。この実施例では、ガラス板は、下層のガラスと拡散障壁層とを含む。したがって、この実施例では、拡散障壁が形成され、次いで、第１のＴＣＯ、（例えば、エレクトロクロミック層、イオン伝導体層、および対電極層を有する）エレクトロクロミックスタック１２５、および第２のＴＣＯ１３０が形成される。一実施形態では、エレクトロクロミックデバイス（エレクトロクロミックスタックおよび第２のＴＣＯ）は統合蒸着システム内で製造され、ガラス板は、スタックの製造中のどの時間においても統合蒸着システムを離れない。一実施形態では、第１のＴＣＯもまた、統合蒸着システムを使用して形成され、ガラス板は、エレクトロクロミックスタックおよび（第２の）ＴＣＯ層の蒸着中、統合蒸着システムを離れない。一実施形態では、層（拡散障壁、第１のＴＣＯ、エレクトロクロミックスタック、および第２のＴＣＯ）のすべてが統合蒸着システム内で蒸着され、ガラス板は、蒸着中、統合蒸着システムを離れない。この実施例では、エレクトロクロミックスタック１２５の蒸着前に、分離トレンチ１２０がＴＣＯ１１５および拡散障壁１１０を貫通して切断される。トレンチ１２０は、製造が完了した後にバスバー１の下に存在するＴＣＯ１１５の領域を電気的に絶縁することを考慮して作られる（図１Ａ参照）。これは、望ましくない可能性がある、バスバーの下のエレクトロクロミックデバイスの電荷の蓄積および着色を回避するために行われる。

【００４７】

エレクトロクロミックデバイス形成後、端縁除去プロセスおよび追加のレーザースクラ

イブ加工が行われる。図１Ａは、この実施例では、レーザースクライブトレンチ１５０、１５５、１６０、および１６５を囲む外周領域からデバイスが除去された領域１４０を示す。トレンチ１５０、１６０、および１６５は、エレクトロクロミックスタックを貫通し、さらに第１のＴＣＯおよび拡散障壁をも貫通する。トレンチ１５５は、第２のＴＣＯ１３０およびエレクトロクロミックスタックを貫通するが、第１のＴＣＯ１１５は貫通しない。レーザースクライブトレンチ１５０、１５５、１６０、および１６５は、動作可能なエレクトロクロミックデバイスからの端縁除去プロセス中に損傷を受ける可能性があった、エレクトロクロミックデバイスの部分１３５、１４５、１７０、および１７５を分離するために作られる。この実施例では、レーザースクライブトレンチ１５０、１６０、および１６５は、デバイスの分離に役立つように、第１のＴＣＯを貫通している（レーザースクライブトレンチ１５５は第１のＴＣＯを貫通していないが、そうでないと、トレンチが、第１のＴＣＯとの、およびしたがってエレクトロクロミックスタックとのバスバー２の電気的なつながりを遮断してしまう）。レーザースクライブプロセスに使用される１つまたは複数のレーザーは、通常、パルス型レーザー、例えばダイオード励起固体レーザーであるが、必ずしもこれに限らない。例えば、レーザースクライブプロセスは、ＩＰＧ Ｐｈｏｔｏｎｉｃｓ（マサチューセッツ州オックスフォード）またはＥｋｓｐｌａ（リトアニア、ビリニュス）の適切なレーザーを使用して実施することができる。スクライブ加工はまた、例えば、先端にダイヤモンドが付いたスクライブによって機械的に行うこともできる。当業者は、エレクトロクロミックデバイスの外周の周りの連続した経路の間で、複数のレーザースクライビングプロセスを異なる深さで実施し得ること、および／またはレーザー切込み深さを変えて、または変えないで単一のプロセスを実行し得ること、を理解するであろう。一実施形態では、端部の除去が、第１のＴＣＯの深さまで行われる。

【００４８】

レーザースクライブ加工完了後、バスバーが取り付けられる。非貫通バスバー１が、第２のＴＣＯに適用される。非貫通バスバー２は、デバイスが蒸着されなかった領域（例えば、デバイス蒸着から第１のＴＣＯを保護するマスクから）に第１のＴＣＯと接触して、もしくは、この実施例では、第１のＴＣＯまで材料を除去するために端縁除去プロセス（例えば、ＸＹまたはＸＹＺ検流計を有する装置を使用するレーザーアブレーション）が使用された領域に適用される。この実施例では、バスバー１およびとバスバー２の両方が非貫通バスバーである。貫通バスバーは、通常、エレクトロクロミックスタック内に押し込まれて貫通し、スタックの底部でＴＣＯと接触するバスバーである。非貫通バスバーは、エレクトロクロミックスタック層を貫通しないが、むしろ、例えばＴＣＯなどの導電層の表面に電気的および物理的接触するバスバーである。

【００４９】

ＴＣＯ層は、非従来型バスバー、例えば、スクリーンパターニング法およびリソグラフィパターニング法を用いて製造されたバスバーを使用して、電気的に接続され得る。一実施形態では、導電性インクをシルクスクリーニングし（または別のパターニング方法を使用し）、続いてインクを熱硬化または焼結することによって、デバイスの透明導電層との電気的なつながりが確立される。上述のデバイス構成を使用することの利点として、例えば、貫通バスバーを使用する従来の技術よりも簡単な製造、およびより少ないレーザースクライブ加工が挙げられる。

【００５０】

バスバーが接続された後、デバイスは、例えば、バスバーの配線などを含む絶縁ガラスユニット（ＩＧＵ）に統合される。いくつかの実施形態では、バスバーの一方または両方が完成したＩＧＵの内側にあるが、一実施形態では、一方のバスバーがＩＧＵのシールの外側にあり、他方のバスバーがＩＧＵの内側にある。前者の実施形態では、領域１４０は、ＩＧＵを形成するために使用されるスペーサの一面とのシールを作るために使用される。したがって、バスバーとのワイヤまたは他の接続部は、スペーサとガラスとの間に延びる。多くのスペーサが、導電性のステンレス鋼などの金属でできているので、バスバーおよびそれへのコネクタと金属スペーサとの間の電気的なつながりによる短絡を回避するた

めの措置を講じることが望ましい。

【００５１】

上述のように、バスバーが接続された後、エレクトロクロミックライトは、例えばバスバーの配線などを含むＩＧＵに統合される。本明細書に記載の実施形態では、バスバーの両方が、完成したＩＧＵの一次シールの内側にある。

【００５２】

図２Ａは、ＩＧＵ２００に統合された、図１Ａ～１Ｃに関連して説明されるエレクトロクロミック窓の断面概略図を示す。スペーサ２０５は、エレクトロクロミックライトを第２のライト２１０から分離するために使用される。ＩＧＵ２００内の第２のライト２１０は、非エレクトロクロミックライトであるが、本明細書に開示される実施形態はそれに限定されない。例えば、ライト２１０は、その上にエレクトロクロミックデバイス、および／または低Ｅコーティングなどの１つ以上のコーティングを有することができる。ライト２０１はまた、図２Ｂに示されるように合わせガラスであってもよい（ライト２０１は、樹脂２３５を介して補強窓ガラス２３０に積層される）。スペーサ２０５とエレクトロクロミックライトの第１のＴＣＯ層との間には、一次シール材２１５がある。この一次シール材は、スペーサ２０５と第２のガラスライト２１０との間にもある。スペーサ２０５の外周の周りには、二次シール２２０がある。バスバーの配線／リード線が、コントローラへの接続のためにシールを横切る。二次シール２２０は、描かれているよりはるかに厚くてもよい。これらのシールは、水分がＩＧＵの内部空間２２５に入らないようにするのに役立つ。それらはまた、ＩＧＵの内部のアルゴンまたは他のガスが漏れるのを防止するのに役立つ。

【００５３】

図３Ａは、エレクトロクロミックデバイス３００の断面を概略的に示したものである。エレクトロクロミックデバイス３００は、基板３０２、第１の導電層（ＣＬ）３０４、エレクトロクロミック層（ＥＣ）３０６、イオン伝導層（ＩＣ）３０８、対電極層（ＣＥ）３１０、および第２の導電層（ＣＬ）３１４を含む。層３０４、３０６、３０８、３１０、および３１４は、集合的にエレクトロクロミックスタック３２０と呼ばれる。エレクトロクロミックスタック３２０全体に電位を印加するように動作可能な電圧源３１６は、例えば、色あせた状態から着色状態（図示）へのエレクトロクロミックデバイスの移行をもたらす。層の順序は、基板に対して逆にすることができる。

【００５４】

上記のように異なる層を有するエレクトロクロミックデバイスは、低欠陥性を有する全固体デバイスおよび／または全無機デバイスとして製造することができる。そのようなデバイスおよびそれらを製造する方法が、２００９年１２月２２日に出願され、発明者としてＭａｒｋ　Ｋｏｚｌｏｗｓｋｉらの名前が挙げられた、「Ｆａｂｒｉｃａｔｉｏｎ　ｏｆ　Ｌｏｗ－Ｄｅｆｅｃｔｉｖｉｔｙ　Ｅｌｅｃｔｒｏｃｈｒｏｍｉｃ　Ｄｅｖｉｃｅｓ」と題する米国特許出願第１２／６４５，１１１号、および２００９年１２月２２日に出願され、発明者としてＺｈｏｎｇｃｈｕｎ　Ｗａｎｇらの名前が挙げられた、「Ｅｌｅｃｔｒｏｃｈｒｏｍｉｃ　Ｄｅｖｉｃｅｓ」と題する米国特許出願第１２／６４５，１５９号により詳細に記載されており、これらはいずれも、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。ただし、スタック内の層のうちの任意の１つ以上が、何らかの量の有機材料を含み得ることを理解されたい。同じことが、１つ以上の層中に少量存在し得る液体についても言える。固体材料は、蒸着され得るか、あるいはそうでなければ、ゾル－ゲルまたは化学蒸着を利用する特定のプロセスなどの、液体成分を利用する方法によって形成され得ることも理解されたい。

【００５５】

さらに、色あせた状態と着色状態との間の移行への言及は非限定的であり、実施され得るエレクトロクロミック移行の、多くの例の中の一例のみを示唆していることを理解されたい。（前述の論議を含む）本明細書で特に明記しない限り、色あせ－着色移行への言及がされるときは常に、対応するデバイスまたはプロセスは、非反射－反射、透明－不透明

などの他の光学状態の移行を包含する。さらに、用語「色あせた」は、例えば、無着色、透明、または半透明などの光学的に中立な状態を指す。なおさらに、本明細書中で別段の定めがない限り、エレクトロクロミック移行の「色」は、任意の特定の波長または波長範囲に限定されない。当業者に理解されるように、適切なエレクトロクロミック材料および対電極材料の選択が、関連する光学的移行を左右する。

【００５６】

本明細書に記載の実施形態では、エレクトロクロミックデバイスは、色あせた状態と着色状態との間を可逆的に循環する。場合によっては、デバイスが色あせた状態にあるとき、スタック内の利用可能なイオンが主に対電極３１０内に存在するように、エレクトロクロミックスタック３２０に電位が印加される。エレクトロクロミックスタックの電位が反転すると、イオンがイオン伝導層３０８を横切ってエレクトロクロミック材料３０６に輸送され、材料を着色状態に移行させる。同様に、本明細書に記載の実施形態のエレクトロクロミックデバイスは、異なる色合いレベル（例えば、色あせた状態、最も暗い着色状態、および色あせた状態と最も暗い着色状態との間の中間レベル）の間で可逆的に循環され得る。

【００５７】

再び図３Ａを参照すると、電圧源３１６は、放射センサーおよび他の環境センサーと共に動作するように構成されてもよい。本明細書に記載されるように、電圧源３１６は、デバイスコントローラ（この図には示されていない）とインターフェースを取る。さらに、電圧源３１６は、季節、時刻、および測定された環境条件などの様々な基準に従って、エレクトロクロミックデバイスを制御するエネルギー管理システムとインターフェースを取ることができる。そのようなエネルギー管理システムは、大面積エレクトロクロミックデバイス（例えば、エレクトロクロミック窓）と連動して、建物のエネルギー消費を劇的に低減することができる。

【００５８】

好適な光学的、電気的、熱的、および機械的特性を有する任意の材料を基板３０２として使用することができる。そのような基板として、例えば、ガラス、プラスチック、および鏡材が挙げられる。好適なガラスとして、ソーダ石灰フロートガラスを含む、透明または着色ソーダ石灰ガラスが挙げられる。ガラスは強化されていてもいなくてもよい。

【００５９】

多くの場合、基板は、住宅用窓の用途に合わせた大きさのガラス板である。そのようなガラス板の大きさは、住宅の特定のニーズに応じて大きく変わり得る。他の場合、基板は建築用ガラスである。建築用ガラスは、通常商業用の建物に使用されるが、住宅用の建物にも使用され得、通常屋内環境を屋外環境から分離するが、必ずしもこれに限定されない。特定の実施形態では、建築用ガラスは、少なくとも２０インチ×２０インチであり、はるかに大きくても、例えば、約８０インチ×１２０インチの大きさであってもよい。建築用ガラスは、通常少なくとも約２ｍｍの厚さ、通常約３ｍｍ～約６ｍｍの間の厚さである。もちろん、エレクトロクロミックデバイスは、建築用ガラスよりも小さいまたは大きい基板に拡大縮小可能である。さらに、エレクトロクロミックデバイスは、任意のサイズおよび形状の鏡の上に設けることができる。

【００６０】

基板３０２の上部に導電層３０４がある。特定の実施形態では、導電層３０４および３１４のうちの一方または両方は、無機および／または固体である。導電層３０４および３１４は、導電性酸化物、薄い金属被覆、導電性金属窒化物、および複合導体を含む、いくつかの異なる材料から作られてもよい。通常、導電層３０４および３１４は、少なくとも、エレクトロクロミズムがエレクトロクロミック層によって示される波長範囲において透明である。透明導電酸化物は、金属酸化物、および１つ以上の金属でドープされた金属酸化物を含む。このような金属酸化物およびドープ金属酸化物の例として、酸化インジウム、酸化インジウムスズ、ドープ酸化インジウム、酸化スズ、ドープ酸化スズ、酸化亜鉛、アルミニウム酸化亜鉛、ドープ酸化亜鉛、酸化ルテニウム、ドープ酸化ルテニウムなどが

挙げられる。多くの場合これらの層に酸化物が使用されるので、それらは「透明導電酸化物」（ＴＣＯ）層と呼ばれることがある。実質的に透明である薄い金属被覆もまた使用され得、ＴＣＯと金属被覆との組み合わせも使用され得る。

【００６１】

導電層の機能は、電圧源３１６によって提供される電位を、比較的小さなオーミック電位降下で、エレクトロクロミックスタック３２０の表面全体にわたってスタックの内部領域に拡散させることである。電位は、導電層への電気的接続にかかわらず、導電層に伝達される。いくつかの実施形態では、１つが導電層３０４と接触し、１つが導電層３１４と接触しているバスバーが、電圧源３１６と導電層３０４および３１４との間の電気的接続を提供する。導電層３０４および３１４はまた、他の従来の手段で、電圧源３１６に接続されてもよい。

【００６２】

導電層３０４をエレクトロクロミック層３０６が覆っている。いくつかの実施形態では、エレクトロクロミック層３０６は無機および／または固体である。エレクトロクロミック層は、金属酸化物を含む多数の異なるエレクトロクロミック材料のうちの任意の１つ以上を含有し得る。このような金属酸化物として、酸化タングステン（ＷＯ３）、酸化モリブデン（ＭｏＯ３）、酸化ニオブ（Ｎｂ２Ｏ５）、酸化チタン（ＴｉＯ２）、酸化銅（ＣｕＯ）、酸化イリジウム（Ｉｒ２Ｏ３）、酸化クロム（Ｃｒ２Ｏ３）、酸化マンガン（Ｍｎ２Ｏ３）、酸化バナジウム（Ｖ２Ｏ５）、酸化ニッケル（Ｎｉ２Ｏ３）、酸化コバルト（Ｃｏ２Ｏ３）などが挙げられる。動作中に、エレクトロクロミック層３０６は、対電極層３１０にイオンを移動させ、対電極層３１０からイオンを受け取って光学遷移を引き起こす。

【００６３】

一般に、エレクトロクロミック材料の着色（または任意の光学的性質、例えば、吸光度、反射率、および透過率の変化）は、材料への可逆的イオン挿入（例えば、インターカレーション）および対応する電荷平衡電子の注入によって引き起こされる。典型的には、光学遷移の原因となるイオンの一部は、エレクトロクロミック材料内に不可逆的に束縛されている。不可逆的に束縛されたイオンの一部または全部は、材料中の「隠れ電荷」を補償するために使用される。ほとんどのエレクトロクロミック材料では、好適なイオンとして、リチウムイオン（Ｌｉ＋）および水素イオン（Ｈ＋）（すなわちプロトン）が挙げられる。しかしながら、場合によっては、他のイオンが好適になる。様々な実施形態において、エレクトロクロミック現象を生じさせるためにリチウムイオンが使用される。リチウムイオンの酸化タングステン（ＷＯ３－ｙ（０＜ｙ≦約０．３））へのインターカレーションが、酸化タングステンを透明（色あせた状態）から青（着色状態）に変化させる。

【００６４】

再び図３Ａを参照すると、エレクトロクロミックスタック３２０において、イオン伝導層３０８は、エレクトロクロミック層３０６と対電極層３１０との間に挟まれている。いくつかの実施形態では、対電極層３１０は無機および／または固体である。対電極層は、エレクトロクロミックデバイスが色あせた状態にあるときにイオン溜としての機能を果たす多くの異なる材料のうちの１つ以上を含み得る。例えば、適切な電位の印加によって開始されるエレクトロクロミック移行中、対電極層は、自身が保持するイオンの一部または全部をエレクトロクロミック層に移動させ、エレクトロクロミック層を着色状態に変化させる。同時に、ＮｉＷＯの場合、対電極層はイオンの損失と共に着色する。

【００６５】

いくつかの実施形態では、ＷＯ３と補完的な対電極用の好適な材料として、酸化ニッケル（ＮｉＯ）、酸化ニッケルタングステン（ＮｉＷＯ）、酸化ニッケルバナジウム、酸化ニッケルクロム、酸化ニッケルアルミニウム、酸化ニッケルマンガン、酸化ニッケルマグネシウム、酸化クロム（Ｃｒ２Ｏ３）、酸化マンガン（ＭｎＯ２）、およびプルシアンブルーが挙げられる。

【００６６】

酸化ニッケルタングステンからなる対電極３１０から電荷が除去される（すなわち、対電極３１０からエレクトロクロミック層３０６にイオンが輸送される）と、対電極層は、透明状態から着色状態に移行する。

【００６７】

図示のエレクトロクロミックデバイスでは、エレクトロクロミック層３０６と対電極層３１０との間にイオン伝導層３０８がある。イオン伝導層３０８は、エレクトロクロミックデバイスが色あせた状態と着色状態との間を移行するときにイオンが（電解質のように）中を通って輸送される媒体としての機能を果たす。好ましくは、イオン伝導層３０８は、エレクトロクロミック層および対電極層に関連するイオンに対して高度に伝導性であるが、ごくわずかな電子移動が通常の動作中に起こる、十分に低い電子伝導性を有する。高いイオン伝導率を有する薄いイオン伝導層は、高速イオン伝導、したがって高性能エレクトロクロミックデバイスのための高速スイッチングを可能にする。特定の実施形態では、イオン伝導層３０８は無機および／または固体である。

【００６８】

（異なるＩＣ層を有するエレクトロクロミックデバイスのための）好適なイオン伝導層の例として、ケイ酸塩、酸化ケイ素、酸化タングステン、酸化タンタル、酸化ニオブ、およびホウ酸塩が挙げられる。これらの材料は、リチウムを含む様々なドーパントでドープすることができる。リチウムドープ酸化ケイ素には、酸化リチウムシリコンアルミニウムが含まれる。いくつかの実施形態では、イオン伝導層はケイ酸塩系構造体を含む。いくつかの実施形態では、酸化ケイ素アルミニウム（ＳｉＡｌＯ）がイオン伝導層３０８に使用される。

【００６９】

エレクトロクロミックデバイス３００は、１つ以上の不動態層などの、１つ以上の追加の層（図示せず）を含んでもよい。特定の光学特性を改善するために使用される不動態層が、エレクトロクロミックデバイス３００に含まれてもよい。耐湿性または耐ひっかき性を提供するための不動態層も、エレクトロクロミックデバイス３００に含まれてもよい。例えば、導電層を、反射防止または保護酸化物または窒化物層で処理してもよい。他の不動態層は、エレクトロクロミックデバイス３００を密閉する機能を果たし得る。

【００７０】

図３Ｂは、色あせた状態（または色あせた状態へ移行中）のエレクトロクロミックデバイスの概略断面図である。特定の実施形態では、エレクトロクロミックデバイス４００は、酸化タングステンエレクトロクロミック層（ＥＣ）４０６および酸化ニッケルタングステン対電極層（ＣＥ）４１０を含む。エレクトロクロミックデバイス４００は、基板４０２、導電層（ＣＬ）４０４、イオン伝導層（ＩＣ）４０８、および導電層（ＣＬ）４１４も含む。

【００７１】

電源４１６は、導電層４０４および４１４への適切な接続（たとえばバスバー）を通してエレクトロクロミックスタック４２０に電位および／または電流を印加するように構成されている。いくつかの実施形態では、電圧源は、ある光学状態から別の光学状態へのデバイスの移行を駆動するために、数ボルトの電位を印加するように構成されている。図３Ａに示されるような電位の極性は、イオン（この実施例ではリチウムイオン）が、（破線の矢印で示されるように）主に酸化ニッケル－タングステン対電極層４１０内に存在するようなものである。

【００７２】

図３Ｃは、図３Ｂに示されるが、着色状態（または着色状態への移行中）のエレクトロクロミックデバイス４００の概略断面図である。図３Ｃでは、電圧源４１６の極性が反転されて、エレクトロクロミック層がより負になって追加のリチウムイオンを受け入れ、それによって着色状態に移行する。破線の矢印で示されるように、リチウムイオンは、イオン伝導層４０８を横切って酸化タングステンエレクトロクロミック層４０６に輸送される。酸化タングステンエレクトロクロミック層４０６は着色状態で示されている。酸化ニッ

ケルタングステン対電極４１０もまた着色状態で示されている。説明したように、酸化ニッケルタングステンは、リチウムイオンを放棄する（デインターカレートする）につれて次第により不透明になる。この実施例では、両方の層４０６およびと４１０の着色状態への移行が、スタックおよび基板を通って透過する光の量を減らす方向に付加的であるという相乗効果がある。

【００７３】

上述のように、エレクトロクロミックデバイスは、イオンに対して高伝導性であり、電子に対して高抵抗性であるイオン伝導性（ＩＣ）層によって分離されたエレクトロクロミック（ＥＣ）電極層および対電極（ＣＥ）層を含み得る。したがって、従来理解されているように、イオン伝導層は、エレクトロクロミック層と対電極層との間の短絡を防止する。イオン伝導層は、エレクトロクロミック電極および対電極が電荷を保持し、それによってそれらの色あせた状態または着色状態を維持することを可能にする。異なる層を有するエレクトロクロミックデバイスでは、構成要素が、エレクトロクロミック電極層と対電極層との間に挟まれたイオン伝導層を含むスタックを形成する。これら３つのスタック構成要素間の境界は、組成および／または微細構造の急激な変化によって画定される。したがって、デバイスは、２つの急激な界面を有する３つの異なる層を有する。

【００７４】

特定の実施形態では、対電極およびエレクトロクロミック電極は、イオン伝導層を独立に蒸着させることなく、互いに直接隣接して、時には直接接触して形成される。いくつかの実施形態では、別個のＩＣ層ではなく、界面領域を有するエレクトロクロミックデバイスが使用される。そのような装置およびそれらを製造する方法が、２０１０年４月３０日に出願された米国特許第８，３００，２９８号および米国特許出願第１２／７７２，０７５号、ならびに２０１０年６月１１日に出願された米国特許出願第１２／８１４，２７７号および第１２／８１４，２７９号に記載されており、これら３つの特許出願および特許の各々は「Ｅｌｅｃｔｒｏｃｈｒｏｍｉｃ　Ｄｅｖｉｃｅｓ」と題され、各々は、発明者としてＺｈｏｎｇｃｈｕｎ　Ｗａｎｇらの名前を挙げており、そして各々は、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【００７５】

ＩＩ．窓コントローラ

窓コントローラは、エレクトロクロミック窓のエレクトロクロミックデバイスの色合いレベルを制御するために使用される。いくつかの実施形態では、窓コントローラは、色あせた状態および着色状態の２つの色合い状態（レベル）の間で、エレクトロクロミック窓を移行させることができる。他の実施形態では、コントローラは、（例えば、単一のエレクトロクロミックデバイスを有する）エレクトロクロミック窓を中間の色合いレベルにさらに移行させることができる。いくつかの開示された実施形態では、窓コントローラは、エレクトロクロミック窓を４つ以上の色合いレベルに移行させることができる。特定のエレクトロクロミック窓は、各ライトが２状態ライトである単一のＩＧＵ内の２つ（またはそれ以上）のエレクトロクロミックライトを使用することによって、中間の色合いレベルを可能にする。これについては、このセクションにおいて、図２Ａおよび２Ｂを参照して説明される。

【００７６】

図２Ａおよび２Ｂに関して上述したように、いくつかの実施形態では、エレクトロクロミック窓は、ＩＧＵ２００の一方のライト上にエレクトロクロミックデバイス４００と、ＩＧＵ２００の他方のライト上に別のエレクトロクロミックデバイス４００とを含むことができる。窓コントローラが各エレクトロクロミックデバイスを、色あせた状態および着色状態の２つの状態の間で移行させることができる場合、エレクトロクロミック窓は、両方のエレクトロクロミックデバイスが着色されている着色状態、一方のエレクトロクロミックデバイスが着色されている第１の中間状態、他方のエレクトロクロミックデバイスが着色されている第２の中間状態、および両方のエレクトロクロミックデバイスが色あせている色あせた状態の４つの異なる状態（色合いレベル）を達成することができる。マルチ

ペインエレクトロクロミック窓の実施形態がさらに、「ＭＵＬＴＩ－ＰＡＮＥ　ＥＬＥＣＴＲＯＣＨＲＯＭＩＣ　ＷＩＮＤＯＷＳ」と題し、発明者としてＲｏｂｉｎ　Ｆｒｉｅｄｍａｎらの名前が挙げられている米国特許第８，２７０，０５９号に記載されており、これはその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【００７７】

いくつかの実施形態では、窓コントローラは、２つ以上の色合いレベルの間で移行することが可能なエレクトロクロミックデバイスを有するエレクトロクロミック窓を移行させることができる。例えば、窓コントローラは、エレクトロクロミック窓を色あせた状態、１つ以上の中間レベル、および着色状態に移行させることが可能であり得る。いくつかの他の実施形態では、窓コントローラは、エレクトロクロミックデバイスを組み込んだエレクトロクロミック窓を、色あせた状態と着色状態との間の任意の数の色合いレベルの間で移行させることができる。エレクトロクロミック窓を１つまたは複数の中間の色合いレベルに移行させるための方法およびコントローラの実施形態がさらに、「ＣＯＮＴＲＯＬＬＩＮＧ　ＴＲＡＮＳＩＴＩＯＮＳ　ＩＮ　ＯＰＴＩＣＡＬＬＹ　ＳＷＩＴＣＨＡＢＬＥ　ＤＥＶＩＣＥＳ」と題し、発明者としてＤｉｓｈａ　Ｍｅｈｔａｎｉらの名前が挙げられている米国特許第８，２５４，０１３号に記載されており、これはその全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【００７８】

いくつかの実施形態では、窓コントローラは、エレクトロクロミック窓内の１つ以上のエレクトロクロミックデバイスに給電することができる。通常、窓コントローラのこの機能は、以下でさらに詳細に説明される１つ以上の他の機能で増強される。本明細書に記載の窓コントローラは、制御の目的のために関連付けられているエレクトロクロミックデバイスに給電する機能を有するものに限定されない。すなわち、エレクトロクロミック窓用の電源は窓コントローラとは別にすることができ、この場合、コントローラは、自身の電源を有し、窓電源からの電力の印加を窓に指向する。しかしながら、窓コントローラに電源を含め、窓に直接給電するようにコントローラを構成すると、エレクトロクロミック窓に給電するための別個の配線が必要なくなるので、便利である。

【００７９】

さらに、このセクションで説明される窓コントローラは、窓コントローラを建物制御ネットワークまたは建物管理システム（ＢＭＳ）に統合することなく、単一の窓または複数のエレクトロクロミック窓の機能を制御するように構成され得るスタンドアロンコントローラとして説明される。とはいえ、窓コントローラは、本開示の建物管理システムのセクションでさらに説明されるように、建物制御ネットワークまたはＢＭＳに統合されてもよい。

【００８０】

図４は、開示された実施形態の窓コントローラ４５０のいくつかの構成要素、および窓コントローラシステムの他の構成要素のブロック図を示す。図４は窓コントローラの簡略ブロック図であり、窓コントローラに関するより詳細は、いずれも２０１２年４月１７日に出願され、いずれも「ＣＯＮＴＲＯＬＬＥＲ　ＦＯＲ　ＯＰＴＩＣＡＬＬＹ－ＳＷＩＴＣＨＡＢＬＥ　ＷＩＮＤＯＷＳ」と題され、いずれも発明者としてＳｔｅｐｈｅｎ　Ｂｒｏｗｎの名前が挙げられた米国特許出願第１３／４４９，２４８号および第１３／４４９，２５１号、ならびに２０１２年４月１７日に出願され、発明者としてＳｔｅｐｈｅｎ　Ｂｒｏｗｎらの名前が挙げられ、「ＣＯＮＴＲＯＬＬＩＮＧ　ＴＲＡＮＳＩＴＩＯＮＳ　ＩＮ　ＯＰＴＩＣＡＬＬＹ　ＳＷＩＴＣＨＡＢＬＥ　ＤＥＶＩＣＥＳ」と題された米国特許第１３／４４９，２３５号に見出すことができ、これらはすべて、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【００８１】

図４において、窓コントローラ４５０の図示された構成要素は、マイクロプロセッサ４５５または他のプロセッサと、パルス幅変調器４６０と、信号調整モジュール４６５と、構成ファイル４７５を有するコンピュータ可読媒体（例えばメモリ）と、を有する窓コン

トローラ４５０を含む。窓コントローラ４５０は、１つ以上のエレクトロクロミックデバイス４００に命令を送信するために、ネットワーク４８０（有線または無線）を介してエレクトロクロミック窓内の１つ以上のエレクトロクロミックデバイス４００と電子的に通信する。いくつかの実施形態では、窓コントローラ４５０は、ネットワーク（有線または無線）を介してマスター窓コントローラと通信するローカル窓コントローラであり得る。

【００８２】

開示された実施形態では、建物は、建物の外部と内部との間にエレクトロクロミック窓を有する少なくとも１つの部屋を有することがある。１つ以上のセンサーを建物の外部および／または部屋の内部に位置付けてもよい。実施形態では、１つ以上のセンサーからの出力は、窓コントローラ４５０の信号調整モジュール４６５に入力することができる。場合によっては、建物管理システムのセクションでさらに説明されるように、１つ以上のセンサーからの出力をＢＭＳに入力することができる。図示の実施形態のセンサーは建物の外側垂直壁に位置付けられたものとして示されているが、これは単純化のためであり、センサーは、部屋の内側、または外側に対する他の表面上などの他の位置にあってもよい。場合によっては、２つ以上のセンサーを使用して同じ入力を測定してもよく、これにより、１つのセンサーが故障する、またはそうでなければ誤った測定値を有する場合に、冗長性を提供することができる。

【００８３】

図５は、少なくとも１つのエレクトロクロミックデバイスを有するエレクトロクロミック窓５０５を有する部屋５００の概略図（側面図）を示す。エレクトロクロミック窓５０５は、部屋５００を含む建物の外部と内部との間に位置付けられている。部屋５００はまた、エレクトロクロミック窓５０５に接続され、エレクトロクロミック窓５０５の色合いレベルを制御するように構成された窓コントローラ４５０を含む。外部センサー５１０が、建物の外部の垂直面に位置付けられている。他の実施形態では、部屋５００内の周囲光を測定するために、内部センサーも使用され得る。さらに他の実施形態では、占有者がいつ部屋５００内にいるかを判断するために、占有者センサーも使用され得る。

【００８４】

外部センサー５１０は、太陽などの光源から、または表面、大気中の粒子、雲などからセンサーに反射される光から流れる、デバイスに入射する放射光を検出することができる光センサーなどのデバイスである。外部センサー５１０は、光電効果から生じる電流の形態の信号を生成してもよく、この信号は、センサー５１０に入射する光の関数であってもよい。場合によっては、デバイスは、ワット／$m^2$の単位、または他の同様な単位の放射照度に換算して放射光を検出することができる。他の場合、デバイスは、フートキャンドルの単位または同様な単位で、可視波長範囲の光を検出することができる。多くの場合、これらの放射照度値と可視光との間には線形関係がある。

【００８５】

いくつかの実施形態では、外部センサー５１０は、赤外光を測定するように構成されている。いくつかの実施形態では、外部光センサーは、赤外光および／または可視光を測定するように構成される。いくつかの実施形態では、外部光センサー５１０はまた、温度および／または湿度データを測定するためのセンサーを含み得る。いくつかの実施形態では、インテリジェンスロジックが、外部センサーを使用して決定された、または外部ネットワーク（例えば、気象観測所）から受信された１つ以上のパラメータ（例えば、可視光データ、赤外線データ、湿度データ、および温度データ）を使用して、妨害する雲の存在を判断する、ならびに／もしくは雲によって引き起こされる妨害を定量化することができる。赤外線センサーを使用して雲を検出する様々な方法が、米国を指定し、その全体が本明細書に組み込まれる、２０１７年１０月６日に出願され「ＩＮＦＲＡＲＥＤ　ＣＬＯＵＤ　ＤＥＴＥＣＴＯＲ　ＳＹＳＴＥＭＳ　ＡＮＤ　ＭＥＴＨＯＤＳ」と題された国際特許出願第ＰＣＴ／ＵＳ１７／５５６３１号に記載されている。

【００８６】

日光が地表に当たる角度が変化するので、日光からの放射照度値は、時刻および季節に

基づいて予測することができる。外部センサー５１０は、建物に起因する反射光および妨害された光、天候の変化（例えば、雲）などを考慮した放射光をリアルタイムで検出することができる。例えば、曇った日には日光が雲によって遮られて、外部センサー５１０によって検出される放射光は、晴れ渡った日よりも低いであろう。

【００８７】

いくつかの実施形態では、単一のエレクトロクロミック窓５０５に関連付けられた１つ以上の外部センサー５１０が存在し得る。１つ以上の外部センサー５１０からの出力を互いに比較して、例えば、外部センサー５１０のうちの１つが、外部センサー５１０に留まった鳥などの物体によって遮られているかどうかを判定することができる。場合によっては、いくつかのセンサーが信頼できないおよび／または高価である可能性があるため、建物内で比較的少数のセンサーを使用することが望ましい場合がある。特定の実装例では、単一のセンサーまたは少数のセンサーを使用して、建物またはおそらく建物の片側に当たる、太陽からの放射光の現在のレベルを決定することができる。雲が太陽の前を通過する、または建設用車両が沈みかけた太陽の前に駐車することがあり得る。これらは、通常建物に当たると計算される、太陽からの放射光の量からの偏差をもたらすであろう。

【００８８】

外部センサー５１０は一種の光センサーであってもよい。例えば、外部センサー５１０は、電荷結合素子（ＣＣＤ）、フォトダイオード、フォトレジスタ、または光電池であってもよい。当業者は、光センサーおよび他のセンサー技術における将来の進展もまた、光強度を測定し、光レベルを表す電気出力を提供するので、使えることを理解するであろう。

【００８９】

いくつかの実施形態では、外部センサー５１０からの出力を信号調整モジュール４６５に入力することができる。入力は、信号調整モジュール４６５への電圧信号の形態であってもよい。信号調整モジュール４６５は、出力信号を窓コントローラ４５０に渡す。窓コントローラ４５０は、構成ファイル４７５からの様々な情報、信号調整モジュール４６５からの出力、オーバーライド値に基づいて、エレクトロクロミック窓５０５の色合いレベルを決定する。次いで、窓コントローラ４５０は、所望の色合いレベルに移行させるために、エレクトロクロミック窓５０５に電圧および／または電流を印加するよう、ＰＷＭ４６０に命令する。

【００９０】

開示の実施形態では、４つ以上の異なる色合いレベルのうちの任意の１つにエレクトロクロミック窓５０５を移行させるために、エレクトロクロミック窓４５０に電圧および／または電流を印加するよう、ＰＷＭ４６０に命令することができる。開示された実施形態では、エレクトロクロミック窓５０５は、０（最も明るい）、５、１０、１５、２０、２５、３０、および３５（最も暗い）として記載される少なくとも８つの異なる色合いレベルに移行され得る。色合いレベルは、エレクトロクロミック窓５０５を通して透過される光の可視透過率値および太陽熱利得係数（ＳＨＧＣ）値に線形に対応し得る。例えば、上記の８つの色合いレベルを使用すると、０の最も明るい色合いレベルは０．８０のＳＨＧＣ値に対応し得、５の色合いレベルは０．７０のＳＨＧＣ値に対応し得、１０の色合いレベルは０．６０のＳＨＧＣ値に対応し得、１５の色合いレベルは０．５０のＳＨＧＣ値に対応し得、２０の色合いレベルは０．４０のＳＨＧＣ値に対応し得、２５の色合いレベルは０．３０のＳＨＧＣ値に対応し得、３０の色合いレベルは０．２０のＳＨＧＣ値に対応し得、３５（最も暗い）の色合いレベルは０．１０のＳＨＧＣ値に対応し得る。

【００９１】

窓コントローラ４５０、または窓コントローラ４５０と通信するマスターコントローラは、任意の１つ以上の予測制御ロジック構成要素を利用して、外部センサー５１０からの信号および／または他の入力に基づいて所望の色合いレベルを決定することができる。窓コントローラ４５０は、エレクトロクロミック窓５０５を所望の色合いレベルに移行させるために、エレクトロクロミック窓５０５に電圧および／または電流を印加するよう、Ｐ

ＷＭ４６０に命令することができる。

【００９２】

ＩＩＩ．予測制御ロジックの一実施例

開示された実施形態では、占有者の快適さおよび／またはエネルギー節約の考慮事項を考慮して、エレクトロクロミック窓５０５または他の色合い調節可能な窓の所望の色合いレベルを決定および制御する方法を実施するために、予測制御ロジックが使用される。この予測制御ロジックは、１つ以上のロジックモジュールを利用することができる。図６Ａ～図６Ｃは、開示された実施形態の例示的な制御ロジックの３つのロジックモジュールＡ、Ｂ、およびＣの各々によって収集されたいくつかの情報を示す図である。

【００９３】

図６Ａは、部屋５００を含む建物の外部と内部との間のエレクトロクロミック窓５０５を通して部屋５００内へ入射する直射日光の侵入深さを示す。侵入深さは、直射日光がどれだけ遠く部屋５００内に侵入するかの尺度である。示されるように、侵入深さは、窓５０５の敷居（底部）から離れる水平方向に測定される。一般に、窓は、直射日光に対する受光角を提供する開口を画定する。侵入深さは、窓の幾何学的形状（例えば窓の寸法）、部屋内での窓の位置および向き、窓の外側の任意のフィンまたは他の外部日よけ、および太陽の位置（例えば、特定の時刻および日付の直射日光の角度）に基づいて計算される。エレクトロクロミック窓５０５に対する外部日よけは、張り出し、フィンなどのような、窓を遮蔽し得る任意の種類の構造体に起因し得る。図６Ａでは、部屋５００に入射する直射日光の一部分を遮って侵入深さを短くする、エレクトロクロミック窓５０５の上方の張り出し５２０がある。部屋５００はまた、エレクトロクロミック窓５０５に接続され、エレクトロクロミック窓５０５の色合いレベルを制御するように構成されているローカル窓コントローラ４５０を含む。外部センサー５１０が、建物の外部の垂直面に位置付けられている。

【００９４】

モジュールＡを使用して、エレクトロクロミック窓５０５を通って占有者または彼らの活動領域に当たる直射日光から、占有者の快適さを考慮した色合いレベルを決定することができる。色合いレベルは、特定の瞬間における、部屋内に入射する直射日光の計算侵入深さ、および部屋内の空間タイプ（例えば、窓際の机、ロビーなど）に基づいて決定される。場合によっては、色合いレベルは、部屋内に十分な自然採光を提供することに基づいてもよい。多くの場合、侵入深さは、ガラスの移行時間（例えば、所望の色合いレベルの８０％、９０％または１００％に窓が色合い付くのに要する時間）を考慮して計算された、将来の時刻における値である。モジュールＡで扱われる問題は、机または部屋内の他の作業面で作業している占有者に直接当たるように、直射日光が部屋５００内の奥深くに侵入し得ることである。公開されているプログラムが、太陽の位置の計算を提供し、侵入深さの容易な計算を可能し得る。

【００９５】

図６Ａはまた、活動領域（すなわち机）および活動領域の位置（すなわち机の位置）に関連付けられた空間タイプの例として、部屋５００内の机を示す。各空間タイプは、占有者の快適さのためのさまざまな色合いレベルに関連付けられている。例えば、活動が、机またはコンピュータで行われる、オフィス内での作業などの重要な活動であり、机が窓の近くにある場合には、所望の色合いレベルは、机が窓からより遠く離れている場合よりも高くなることがある。別の例として、ロビーでの活動など、活動が重要ではない場合、望ましい色合いレベルは、机を有する同じ空間よりも低くなることがある。

【００９６】

図６Ｂは、エレクトロクロミック窓５０５を通って部屋５００内に入射する、晴天条件下での直射日光および放射を示す。放射は、大気中の分子および粒子によって散乱された日光からであってもよい。モジュールＢは、検討中のエレクトロクロミック窓５０５を通って流れる、晴天条件下での放射照度の予測値に基づいて色合いレベルを決定する。オープンソースのＲＡＤＩＡＮＣＥプログラムなどのさまざまなソフトウェアを使用して、特

定の緯度、経度、季節、および時刻における、および所与の窓の向きに対する晴天放射照度を予測することができる。

【００９７】

図６Ｃは、晴天予測では考慮されない、建物または気象条件（例えば雲）などの物体によって妨害される、または反射される可能性がある光を考慮するために、外部センサー５１０によってリアルタイムに測定される、空からの放射光を示す。モジュールＣによって決定される色合いレベルは、外部センサー５１０によって採取された測定値に基づくリアルタイムの放射照度に基づいている。

【００９８】

予測制御ロジックは、建物内の各エレクトロクロミック窓５０５に対して、ロジックモジュールＡ、Ｂ、およびＣのうちの１つ以上を別々に実施することができる。各エレクトロクロミック窓５０５は、一意のセットの寸法、向き（例えば、垂直、水平、ある角度で傾斜）、位置、関連付けられた空間タイプなどを有することができる。この情報および他の情報を有する構成ファイルを、各エレクトロクロミック窓５０５のために維持することができる。構成ファイル４７５（図４参照）は、エレクトロクロミック窓５０５のローカル窓コントローラ４５０のコンピュータ可読媒体４７０に、または本開示で後述する建物管理システム（「ＢＭＳ」）に格納することができる。構成ファイル４７５は、窓の構成、占有率ルックアップテーブル、関連付けられた基準ガラスに関する情報、および／または予測制御ロジックによって使用される他のデータなどの情報を含むことができる。窓の構成は、エレクトロクロミック窓５０５の寸法、エレクトロクロミック窓５０５の向き、エレクトロクロミック窓５０５の位置などの情報を含むことができる。

【００９９】

ルックアップテーブルは、特定の空間タイプおよび侵入深さに対して占有者の快適さを提供する色合いレベルを記載する。すなわち、占有率ルックアップテーブル内の色合いレベルは、部屋５００内にいる可能性がある占有者（複数可）に、占有者（複数可）または彼らの作業空間に当たる直射日光から快適さを提供するように設計されている。占有率ルックアップテーブルの一例を図１０に示す。

【０１００】

空間タイプは、所与の侵入深さに対して占有者の快適さの問題に対処するためにどれほどの色合い調節が必要かを判断し、および／または室内に快適な自然採光を提供するための尺度である。空間タイプパラメータは、多くの要因を考慮に入れることができる。これらの要因の中には、特定の部屋内で行われている仕事または他の活動の種類、および活動の位置がある。細心の注意を要する詳細な研究に関連する細かい作業が１つの空間タイプでなされ得る一方、ラウンジまたは会議室は、異なる空間タイプを有し得る。さらに、窓に対する部屋内の机または他の作業面の位置は、空間タイプを定義する際の考慮事項である。例えば、空間タイプが、エレクトロクロミック窓５０５の近くに位置付けられた机または他の作業空間を有する、一人の占有者のオフィスと関連付けられる場合がある。別の例として、空間タイプがロビーである場合がある。

【０１０１】

特定の実施形態では、予測制御ロジックの１つ以上のモジュールが、占有者の快適さに加えてエネルギー節約を考慮しながら、所望の色合いレベルを決定することができる。これらのモジュールは、特定の色合いレベルにおけるエレクトロクロミック窓５０５の性能を基準ガラスまたは他の標準的な基準窓と比較することによって、その特定の色合いレベルに関連付けられた省エネルギーを決定することができる。この基準窓を使用する目的は、予測制御ロジックが、地方自治体の建築基準の要件、または建物の場所で使用される基準窓に対する他の要件に準拠していることを確実にすることであり得る。多くの場合、自治体は、建物内の空調負荷の量を制御するために、従来の低放射ガラスを使用する基準窓を定義している。基準窓５０５がどのように予測制御ロジックに適合するかの例として、所与のエレクトロクロミック窓５０５を通って入ってくる放射照度が、それぞれの自治体によって指定される基準窓を通って入ってくる最大放射照度よりも大きくならないように

、ロジックを設計することができる。開示された実施形態では、予測制御ロジックは、特定の色合いレベルにおけるエレクトロクロミック窓５０５の太陽熱利得係数（ＳＨＧＣ）値および基準窓のＳＨＧＣを使用して、その合いレベルを使用することによる省エネルギーを決定することができる。一般に、ＳＨＧＣの値は、窓を透過した全波長の入射光の割合である。基準ガラスが多くの実施形態に記載されているが、他の標準的な基準窓を使用してもよい。一般に、基準窓（例えば基準ガラス）のＳＨＧＣは、地理的位置および窓の向きが異なると変わり得る変数であり、それぞれの自治体によって指定された基準の要件に基づいている。

【０１０２】

一般に、建物は、任意の所与の場合に必要とされる最大予想暖房および／または空調負荷を満たす容量を有する暖房、換気および空調システム（「ＨＶＡＣ」）を有するように設計されている。必要とされる容量の計算は、建物が建設されている特定の場所の建物に必要な基準ガラスまたは基準窓を考慮に入れることができる。したがって、建物の設計者が、どの程度多くのＨＶＡＣ容量を特定の建物に入れるべきかを確信を持って決定することを可能にするために、予測制御ロジックが、基準ガラスの機能要件を満たすかまたは超えることが重要である。予測制御ロジックを使用して窓の色合いを調節し、基準ガラスを超える追加の省エネルギーを提供することができるので、予測制御ロジックは、建物設計者が、条例および基準によって指定された基準ガラスを使用して必要とされるよりも低いＨＶＡＣ容量を有することを可能にする上で有用であり得る。

【０１０３】

本明細書に記載の特定の実施形態は、建物内の空調負荷を低減することによってエネルギー節約が達成されると仮定する。したがって、実装例の多くは、検討中の窓を有する部屋内の占有者の快適さレベルおよびおそらく照明負荷を考慮しながら、最大可能な色合い調節を達成することを試みる。しかしながら、極北における気候および南部の緯度に対する気候などいくつかの気候では、空調よりも暖房の方が大きな問題であり得る。したがって、建物の暖房負荷が低減されることを確実にするために、あまり色合い調節が起こらないように予測制御ロジックを修正すること、具体的にはいくつかの状況で道路を反転させることができる。

【０１０４】

特定の実装例では、予測制御ロジックは、占有者（エンドユーザー）、建物設計者、または建物運営者によって制御され得る２つの独立変数のみを有する。これらは、所与の窓に対する空間タイプ、および所与の窓に関連付けられた基準ガラスである。多くの場合、基準ガラスは、所与の建物に対して予測制御ロジックが実施されるときに指定される。空間タイプは変化し得るが、通常は変化しない。特定の実装例では、空間タイプは、建物によって維持されているか、またはローカル窓コントローラ４５０に格納されている構成ファイルの一部であり得る。場合によっては、建物内のさまざまな変更を考慮して、構成ファイルが更新されることがある。例えば、建物内の空間タイプに変更（例えば、オフィス内への机の移動、机の追加、ロビーのオフィスエリアへの変更、壁の移動など）がある場合、修正された占有率ルックアップテーブルを有する更新された構成ファイルが、コンピュータ可読媒体４７０に格納され得る。別の例として、占有者がマニュアルオーバーライドを繰り返し押している場合、マニュアルオーバーライドを反映するように構成ファイルが更新され得る。

【０１０５】

図７は、実施形態による、建物内の１つ以上のエレクトロクロミック窓５０５を制御する方法のための予測制御ロジックを示すフローチャートである。予測制御ロジックは、モジュールＡ、Ｂ、およびＣのうちの１つ以上を使用して窓（複数可）の色合いレベルを計算し、窓（複数可）を移行させる命令を送信する。ステップ６１０において、制御ロジック内の計算が、タイマーによって計時される間隔で１～ｎ回実行される。例えば、色合いレベルは、モジュールＡ、Ｂ、およびＣのうちの１つ以上によって１～ｎ回再計算され、時間$t_i = t_1$、$t_2 \ldots t_n$内のインスタンスについて計算され得る。ｎは実行される

再計算の数で、ｎは少なくとも１であり得る。場合によっては、論理計算を一定の時間間隔で行うことができる。場合によっては、論理計算を２～５分毎に行ってもよい。しかしながら、大きなエレクトロクロミックガラス（例えば、６フィート×１０フィートまで）の色合い移行は、最大３０分以上かかることがある。これらの大きな窓では、計算は、３０分ごとなど、より低頻度で行ってもよい。

【０１０６】

ステップ６２０で、ロジックモジュールＡ、Ｂ、およびＣは、計算を実行して、単一の瞬間$t_i$における各エレクトロクロミック窓５０５の色合いレベルを決定する。これらの計算は、窓コントローラ４５０によって実行され得る。特定の実施形態では、予測制御ロジックは、実際の移行に先立って、窓がどんな具合に移行すべきかを予測計算する。これらの場合、モジュールＡ、Ｂ、およびＣの計算は、移行が完了する頃または移行完了後の将来の時刻に基づいて行うことができる。これらの場合、計算に使用される将来の時刻は、色合い命令を受信した後に移行が完了することを可能にするのに十分な将来の時刻であり得る。これらの場合、コントローラは、実際の移行に先立って、現時刻に色合い命令を送信することができる。移行が完了するまでに、窓は、その時刻の所望の色合いレベルに移行しているであろう。

【０１０７】

ステップ６３０で、予測制御ロジックは、モジュールＡ、Ｂ、およびＣにおけるアルゴリズムを解除し、何らかの他の考慮事項に基づいて、ステップ６４０でオーバーライド色合いレベルを定義する、特定の種類のオーバーライドを可能にする。１つの種類のオーバーライドが、マニュアルオーバーライドである。これは、部屋を占有しているエンドユーザーによって実施されるオーバーライドで、特定の色合いレベル（オーバーライド値）が望ましいと判断する。ユーザーのマニュアルオーバーライド自体がオーバーライドされる状況があり得る。オーバーライドの一例が高需要（またはピーク負荷）オーバーライドで、これは、建物内のエネルギー消費を削減するというユーティリティの要件と関連付けられている。例えば、大都市圏の特に暑い日には、自治体のエネルギー生成および流通システムに過度に重い負担をかけないように、自治体全体のエネルギー消費を削減する必要がある場合がある。そのような場合、建物は、すべての窓が特に高レベルの色合いを有することを確実にするために、本明細書に記載の予測制御ロジックからの色合いレベルをオーバーライドすることができる。オーバーライドの別の例が、部屋に占有者がいない場合、例示的週末、罪、商業用オフィスビルであり得る。これらの場合、建物は、占有者の快適さに関連する１つ以上のモジュールを解除してもよく、すべての窓は、寒冷な気候では高レベルの色合い、温暖な気候では低レベルの色合いを有してもよい。

【０１０８】

ステップ６５０で、色合いレベルが、建物の１つ以上のエレクトロクロミック窓５０５内のエレクトロクロミックデバイス（複数可）に、ネットワークを介して送信される。特定の実施形態では、建物のすべての窓への色合いレベルの送信は、効率を考慮して実施され得る。例えば、色合いレベルの再計算により、現在の色合いレベルからの色合いの変更は必要ないことが示唆された場合、更新された色合いレベルを有する命令の送信はない。別の例として、建物が、窓の大きさに基づいて、ゾーンに分割されてもよい。予測制御ロジックは、より小さな窓を有するゾーンについては、より大きな窓を有するゾーンよりも頻繁に色合いレベルを再計算するルールことがある。

【０１０９】

いくつかの実施形態では、建物全体の複数のエレクトロクロミック窓５０５の制御方法を実施するための図７のロジックは、例えば、単一のマスター窓コントローラのような単一のデバイスに関するものであってもよい。このデバイスは、建物内の一つ一つの色合い調節可能な窓について計算を実行することができ、また、例えば、マルチゾーン窓の個々のエレクトロクロミック窓５０５内の、または絶縁ガラスユニットの複数のＥＣライト上の１つ以上のエレクトロクロミックデバイスに色合いレベルを送信するためのインターフェースも提供する。マルチゾーン窓のいくつかの例は、「ＭＵＬＴＩ－ＺＯＮＥ　ＥＣ

ＷＩＮＤＯＷＳ」と題されたＰＣＴ出願第ＰＣＴ／ＵＳ１４／７１３１４号に見出すことができ、これは、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【０１１０】

また、実施形態の予測制御ロジックの特定の適応構成要素があってもよい。例えば、予測制御ロジックは、エンドユーザー（例えば、占有者）がどのように、特定の時刻においてアルゴリズムをオーバーライドしようと試みるかを決定することができ、この情報をより予測的な方式で利用して、所望の色合いレベルを決定する。ある場合には、エンドユーザーが、毎日特定の時刻に予測ロジックによって提供される色合いレベルをあるオーバーライド値にオーバーライドするために、壁スイッチを使用していることがある。予測制御ロジックは、これらのインスタンスに関する情報を受信し、その時刻に色合いレベルをオーバーライド値に変更するように、予測制御ロジックを変更することができる。

【０１１１】

図８は、図７のブロック６２０の特定の実装例を示す図である。この図は、３つのモジュールＡ、Ｂ、およびＣのすべてを順次実行して、単一の瞬間$t_i$に対する特定のエレクトロクロミック窓５０５の最終的な色合いレベルを計算する方法を示す。最終的な色合いレベルは、検討中の窓の最大許容透過率であってもよい。図８はまた、モジュールＡ、Ｂ、およびＣのいくつかの例示的な入力および出力を含む。モジュールＡ、Ｂ、およびＣにおける計算は、実施形態において、ローカル窓コントローラ４５０内の窓コントローラ４５０によって実行される。他の実施形態では、モジュールの１つ以上が、別のプロセッサによって実行され得る。例示の実施形態は、３つのモジュールＡ、Ｂ、およびＣのすべてが使用されていることを示しているが、他の実施形態は、モジュールＡ、Ｂ、およびＣのうちの１つ以上を使用し得る、または追加のモジュールを使用し得る。

【０１１２】

ステップ７００で、窓コントローラ４５０は、モジュールＡを使用して、占有者の快適さのための色合いレベルを決定し、日光による直射グレアが部屋５００に侵入するのを防止する。窓コントローラ４５０は、モジュールＡを使用して、空における太陽の位置および構成ファイルからの窓の構成に基づいて、部屋５００に入射する直射日光の侵入深さを計算する。太陽の位置は、建物の緯度および経度、ならびに時刻および日付に基づいて計算される。占有率ルックアップテーブルおよび空間タイプは、特定の窓に対する構成ファイルから入力される。モジュールＡは、Ａからの色合いレベルをモジュールＢに出力する。

【０１１３】

モジュールＡの目的は、直射日光やグレアが、占有者、または占有者の作業空間に当たらないことを確実にすることである。モジュールＡからの色合いレベルは、この目的を達成するように決定される。その後のモジュールＢおよびＣでの色合いレベルの計算は、エネルギー消費を低減することができ、さらに大きな色合いを必要とする可能性がある。しかしながら、その後のエネルギー消費に基づく色合いレベルの計算が、占有者への妨害を回避するのに必要とされるよりも少ない色合いを示唆する場合、予測ロジックは、占有者の快適さを確実にするために、計算されたより大きいレベルの透過率が実行されるのを防止する。

【０１１４】

ステップ８００で、モジュールＡで計算された色合いレベルがモジュールＢに入力される。色合いレベルは、晴天条件下での放射照度（晴天放射照度）の予測に基づいて計算される。窓コントローラ４５０は、モジュールＢを使用して、構成ファイルからの窓の向きに基づいて、および建物の緯度および経度に基づいて、エレクトロクロミック窓５０５に対する晴天放射照度を予測する。これらの予測も、時刻および日付に基づく。オープンソースプログラムであるＲＡＤＩＡＮＣＥプログラムなどの公開されているソフトウェアは、晴天放射照度を予測するための計算を提供し得る。いくつかの実装例では、晴天放射照度は、時刻および日付情報が検索される、またはＲＡＤＩＡＮＣＥへの制御入力として提供されると、ＲＡＤＩＡＮＣＥによってリアルタイムで予測される。基準ガラスのＳＨＧ

Ｃも、構成ファイルからモジュールＢに入力される。窓コントローラ４５０は、モジュールＢを使用して、Ａでの色合いレベルよりも暗く、基準ガラスが最大晴天放射照度下で透過すると予測されるよりも少ない熱を伝える色合いレベルを決定する。最大晴天放射照度は、晴天条件について予測された、すべての時刻に対する最高レベルの放射照度である。

【０１１５】

ステップ９００で、Ｂからの色合いレベルおよび予測された晴天放射照度が、モジュールＣに入力される。リアルタイム放射照度値が、外部センサー５１０からの測定値に基づいて、モジュールＣに入力される。窓コントローラ４５０は、モジュールＣを使用して、窓が、晴天条件下でモジュールＢからの色合いレベルに色合い調節された場合の、部屋内に透過される放射照度を計算する。窓コントローラ４５０は、モジュールＣを使用して、この色合いレベルを有する窓を通る実際の放射照度が、モジュールＢからの色合いレベルを有する窓を通る放射照度以下である適切な色合いレベルを見つける。

【０１１６】

予測制御ロジックに入力される情報の多くは、緯度および経度、時刻ならびに日付に関する固定情報から決定される。この情報は、太陽が建物に対して、より具体的には、予測制御ロジックが実施されている窓に対して、どこにあるのかを記述する。窓に対する太陽の位置は、窓に支援されて室内へ入射する直射日光の侵入深さなどの情報を提供する。窓に対する太陽の位置はまた、最大放射照度、または窓を通って入ってくる太陽放射エネルギー束の示度も提供する。この計算された放射照度レベルは、最大量の放射照度からの減少があることを示す可能性があるセンサー入力によって修正することができる。この場合もやはり、そのような減少は、窓と太陽との間の雲または他の妨害物によって引き起こされ得る。

【０１１７】

図９は、図８のステップ７００の詳細を示すフローチャートである。ステップ７０５で、モジュールＡが開始する。ステップ７１０で、窓コントローラ４５０は、モジュールＡを使用して、建物の緯度および経度座標、ならびに特定の瞬間$t_i$の日付および時刻に対する太陽の位置を計算する。緯度および経度座標は、構成ファイルから入力され得る。日付および時刻は、タイマーによって提供される現在時刻に基づいてもよい。太陽位置は、場合によっては将来であり得る、特定の瞬間$t_i$において計算される。他の実施形態では、太陽の位置は、予測制御ロジックの別の構成要素（例えばモジュール）内で計算される。

【０１１８】

ステップ７２０で、窓コントローラ４５０は、モジュールＡを使用して、ステップ７１０で使用された特定の瞬間における部屋５００内へ入射する直射日光の侵入深さを計算する。モジュールＡは、計算された太陽の位置、ならびに窓の位置、窓の寸法、窓の向き（つまり、面している方向）、および任意の外部日よけの詳細を含む窓構成情報に基づいて、侵入深さを計算する。窓構成情報は、エレクトロクロミック窓５０５に関連付けられた構成ファイルから入力される。例えば、モジュールＡを使用して、特定の瞬間において計算された太陽の位置に基づいて、直射日光の角度θを最初に計算することによって、図６Ａに示された垂直窓の侵入深さを計算することができる。侵入深さは、計算された角度θおよびまぐさ（窓の頂部）の位置に基づいて決定することができる。

【０１１９】

ステップ７３０で、ステップ７２０で計算された侵入深さに対する、占有者の快適さを提供する色合いレベルが決定される。窓に関連付けられた空間タイプに対する、計算された侵入深さに対する、および窓の受光角に対する所望の色合いレベルを見つけるために、占有率ルックアップテーブルが使用される。空間タイプおよび占有率ルックアップテーブルは、特定の窓に対する構成ファイルからの入力として提供される。

【０１２０】

占有率ルックアップテーブルの一例が、図１０に提供されている。テーブル内の値は、色合いレベル、および括弧内の関連するＳＨＧＣ値に関する。図１０は、計算された侵入

深さ値と空間タイプとの異なる組み合わせに対する異なる色合いレベル（ＳＨＧＣ値）を示す。このテーブルは、０（最も明るい）、５、１０、１５、２０、２５、３０、および３５（最も明るい）を含む８つの色合いレベルに基づいている。０の最も明るい色合いレベルは０．８０のＳＨＧＣ値に対応し、５の色合いレベルは０．７０のＳＨＧＣ値に対応し、１０の色合いレベルは０．６０のＳＨＧＣ値に対応し、１５の色合いレベルは０．５０のＳＨＧＣ値に対応し、２０の色合いレベルは０．４０のＳＨＧＣ値に対応し、２５の色合いレベルは０．３０のＳＨＧＣ値に対応し、３０の色合いレベルは０．２０のＳＨＧＣ値に対応し、３５（最も暗い）の色合いレベルは０．１０のＳＨＧＣ値に対応する。示された例は、机１、机２、およびロビーの３つの空間タイプ、ならびに６つの侵入深さを含む。図１１Ａは、部屋５００内の机１の位置を示す。図１１Ｂは、部屋５００内の机２の位置を示す。図１０の占有率ルックアップテーブルに示されるように、机が窓により近いときのグレアを防ぐために、窓に近い机１に対する色合いレベルは、窓から遠い机２に対する色合いレベルよりも高い。他の実施形態では、他の値を有する占有率ルックアップテーブルが使用され得る。例えば、１つの他の占有率ルックアップテーブルは、侵入値に関連付けられた４つの色合いレベルのみを含み得る。４つの侵入深さに関連付けられた４つの色合いレベルを有する占有率テーブルの別の例が、図２０に示されている。

【０１２１】

図１２は、図８のステップ８００のさらなる詳細を示す図である。ステップ８０５で、モジュールＢが開始する。ステップ８１０で、モジュールＢを使用して、$t_i$における晴天条件下での窓における放射照度を予測することができる。$t_i$におけるこの晴天放射照度は、建物の緯度および経度座標、ならびに窓の向き（すなわち窓が面している方向）に基づいて予測される。ステップ８２０で、窓に常時入射する最大晴天放射照度が予測される。これらの晴天放射照度の予測値は、Ｒａｄｉａｎｃｅなどのオープンソースソフトウェアを使用して計算され得る。以下により詳細に説明されるように、最大晴天放射照度は、コンピュータ可読媒体に格納された照射ファイルに格納／照射ファイルから検索することができる。

【０１２２】

ステップ８３０で、窓コントローラ４５０は、モジュールＢを使用して、その時刻に基準ガラスを通って部屋５００内に透過されるであろう最大放射照度を決定する（すなわち、最大基準内側放射照度を決定する）。ステップ８２０からの計算された最大晴天放射照度および構成ファイルからの基準ガラスＳＨＧＣ値を使用して、方程式：最大基準内側放射照度＝基準ガラスＳＨＧＣ×最大晴天放射照度、を用いて空間内の最大放射照度を計算することができる。

【０１２３】

ステップ８４０で、窓コントローラ４５０は、モジュールＢを使用して、方程式に基づいて、現在の色合いレベルを有する窓を有する部屋５００内へ入射する内側放射照度を決定する。ステップ８１０からの計算された晴天放射照度および現在の色合いレベルに関連付けられたＳＨＧＣ値を使用して、方程式：色合いレベル放射照度＝色合いレベルＳＨＧＣ×晴天放射照度、を用いて内側放射照度の値を計算することができる。いくつかの実装例では、晴天放射照度は、照射ファイルから検索された照射値である。照射値は、本明細書に開示されたいくつかの技法を使用して、例えば、モジュールＢ'を使用して、更新または修正されていることがある。

【０１２４】

一実施形態では、１つ以上のステップ７０５、８１０、および８２０が、モジュールＡおよびＢとは別の太陽位置計算機によって実行され得る。太陽位置計算機は、特定の将来の時刻における太陽の位置を決定し、その将来の時刻における太陽の位置に基づいて予測決定を行う（例えば、晴天放射照度を予測する）ロジックを指す。太陽位置計算機は、本明細書に開示された方法の１つ以上のステップを実行することができる。太陽位置計算機は、マスター窓コントローラ（例えば、図１７に示されたマスター窓コントローラ１４０２）の構成要素のうちの１つ以上によって実行される予測制御ロジックの一部分であって

もよい。例えば、太陽位置計算機は、（図１７に示された）窓コントローラ１４１０によって実施される、図１８に示された予測制御ロジックの一部分であってもよい。

【０１２５】

ステップ８５０で、窓コントローラ４５０は、モジュールＢを使用して、現在の色合いレベルに基づく内側放射照度が最大基準内側放射照度以下であり、その色合いレベルが、Ａからの色合いレベルよりも暗いかどうかを判定する。判定がいいえの場合、ステップ８６０で、現在の色合いレベルが増分的に増加され（暗くされ）、ステップ８４０で、内側放射照度が再計算される。ステップ８５０で判定がはいの場合、モジュールＢは終了する。

【０１２６】

図１３は、図８のステップ９００のさらなる詳細を示す図である。ステップ９０５で、モジュールＣが開始する。Ｂからの色合いレベルおよび瞬間$t_i$における予測晴天放射照度が、モジュールＢから入力される。リアルタイム放射照度値が、外部センサー５１０からの測定値に基づいて、モジュールＣに入力される。

【０１２７】

ステップ９１０で、窓コントローラ４５０は、モジュールＣを使用して、晴天条件下で、Ｂからの色合いレベルに色合い調節されたエレクトロクロミック窓５０５を通って部屋内に透過される放射照度を計算する。この計算された内側放射照度は、方程式：計算された内側放射照度＝Ｂからの色合いレベルのＳＨＧＣ×Ｂからの予測晴天放射照度、を使用して決定され得る。

【０１２８】

ステップ９２０で、窓コントローラ４５０は、モジュールＣを使用して、この色合いレベルを有する窓を通る実際の放射照度が、Ｂからの色合いレベルを有する窓を通る放射照度以下（すなわち、実際の内側放射照度≦計算された内側放射照度）である適切な色合いレベルを見つける。実際の放射照度は、太陽放射照度（ＳＲ）または外側放射照度と色合いレベルＳＨＧＣとの積として測定される。場合によっては、モジュールロジックは、Ｂからの色合いレベルで開始し、実際の内側放射照度≦計算された内側放射照度となるまで、色合いレベルを増分的に増加させる。モジュールＣで決定された色合いレベルが最終色合いレベルである。この最終色合いレベルは、色合い命令に含まれて、ネットワークを介して、エレクトロクロミック窓５０５内のエレクトロクロミックデバイス（複数可）に送信され得る。

【０１２９】

図１４は、図７のブロック６２０の別の実装例を含む図である。この図は、実施形態のモジュールＡ、Ｂ、およびＣを実行する方法を示す。この方法では、太陽の位置は、単一の瞬間$t_i$について、建物の緯度および経度座標に基づいて計算される。侵入深さは、窓の位置、窓の寸法、窓の向き、および任意の外部日よけに関する情報を含む窓の構成に基づいて、モジュールＡで計算される。モジュールＡは、ルックアップテーブルを使用して、計算された侵入深さおよび空間タイプに基づいて、Ａからの色合いレベルを決定する。次いで、Ａからの色合いレベルがモジュールＢに入力される。

【０１３０】

オープンソースプログラムＲａｄｉａｎｃｅなどのプログラムを使用して、単一の瞬間$t_i$および全時刻の最大値の両方について、窓の向きおよび建物の緯度および経度座標に基づいて晴天日射照度を決定する。基準ガラスのＳＨＧＣおよび計算された最大晴天放射照度が、モジュールＢに入力される。モジュールＢは、モジュールＡで計算された色合いレベルを段階的に増加させて、内側放射が基準内側放射照度以下である色合いレベルを選び、ここで、内側放射照度＝色合いレベルＳＨＧＣ×晴天放射照度、および基準内側放射照度＝基準ＳＨＧＣ×最大晴天放射照度である。ただし、モジュールＡがガラスの最大の色合いを計算するとき、モジュールＢは、色合いを変えてより明るくすることはしない。次いで、Ｂで計算された色合いレベルが、モジュールＣに入力される。予測晴天放射照度も、モジュールＣに入力される。

【０１３１】
モジュールＣは、方程式：計算された内側放射照度＝Ｂからの色合いレベルのＳＨＧＣ×Ｂからの予測晴天放射照度、を用いて、Ｂからの色合いレベルを有するエレクトロクロミック窓５０５を有する部室内の内側放射照度を計算する。次に、モジュールＣは、実際の内側放射照度が、計算された内側放射照度以下であるという条件を満たす適切な色合いレベルを見つける。実際の内側放射照度は、方程式：実際の内側放射照度＝ＳＲ×色合いレベルＳＨＧＣ、を使用して決定される。モジュールＣによって決定された色合いレベルは、エレクトロクロミック窓５０５に送信される色合い命令内の最終色合いレベルである。

【０１３２】
ＩＶ．建物管理システム（ＢＭＳ）
本明細書に記載の窓コントローラは、ＢＭＳとの統合にも適している。ＢＭＳは、換気装置、照明、電力システム、エレベータ、防火システム、およびセキュリティシステムなどの建物の機械および電気設備を監視および制御する、建物内に設置されたコンピュータベースの制御システムである。ＢＭＳは、１つまたは複数のコンピュータへの通信チャネルによる相互接続を含むハードウェア、ならびに占有者および／または建物の管理者によって設定される好みに従って、建物内の条件を維持するための関連ソフトウェアからなる。例えば、ＢＭＳは、イーサネット（登録商標）などのローカルエリアネットワークを使用して実装され得る。ソフトウェアは、例えば、インターネットプロトコルおよび／またはオープンスタンダードに基づいてもよい。一例が、Ｔｒｉｄｉｕｍ，Ｉｎｃ．（バージニア州リッチモンド）のソフトウェアである。ＢＭＳで一般的に使用される１つの通信プロトコルが、ＢＡＣｎｅｔ（建物自動化および制御ネットワーク）である。

【０１３３】
ＢＭＳは、大型の建物では最も一般的であり、通常、少なくとも建物内の環境を制御するように機能する。たとえば、ＢＭＳは、建物内の温度、二酸化炭素レベル、および湿度を制御することができる。通常、ヒーター、エアコン、送風機、通気口などの、ＢＭＳによって制御される多くの機械装置がある。建物環境を制御するために、ＢＭＳは、定義された条件下でこれらの様々なデバイスをオンおよびオフにすることができる。典型的な最新のＢＭＳのコア機能は、冷暖房のコスト／需要を最小化しながら、建物の占有者にとって快適な環境を維持することである。したがって、最新のＢＭＳは、監視および制御を行うためだけでなく、様々なシステム間の相乗効果を最適化する、例えば、エネルギーを節約し、建物の運用コストを低減するためにも使用される。

【０１３４】
いくつかの実施形態では、窓コントローラはＢＭＳと統合され、窓コントローラは１つ以上のエレクトロクロミック窓５０５または他の色合い調節可能な窓を制御するように構成されている。一実施形態では、１つ以上のエレクトロクロミック窓は、少なくとも１つの全固体型および無機エレクトロクロミックデバイスを含むが、例えば、ＩＧＵの各ライトまたはペインが色合い調節可能である場合、複数のエレクトロクロミックデバイスを含み得る。一実施形態では、１つ以上のエレクトロクロミック窓は、全固体型および無機エレクトロクロミックデバイスのみを含む。一実施形態では、エレクトロクロミック窓は、２０１０年８月５日に出願され、「Ｍｕｌｔｉｐａｎｅ　Ｅｌｅｃｔｒｏｃｈｒｏｍｉｃ　Ｗｉｎｄｏｗｓ」と題された米国特許出願第１２／８５１，５１４号に記載されているような多状態エレクトロクロミック窓である。

【０１３５】
図１５は、セキュリティシステム、暖房／換気／空調（ＨＶＡＣ）、建物の照明、電力システム、エレベータ、消防システムなどを含む、建物１１０１の多くのシステムを管理するＢＭＳ１１００の一実施形態の概略図である。セキュリティシステムは、磁気カードアクセス、回転ドア、ソレノイド駆動ドアロック、監視カメラ、盗難警報機、金属探知機などを含み得る。消防システムは、火災警報器、および給水配管制御を含む火災抑制システムを含み得る。照明システムは、屋内照明、屋外照明、緊急警報灯、避難誘導灯、およ

び非常口照明を含み得る。電力システムは、主電源、バックアップ発電機、および無停電電源（ＵＰＳ）グリッドを含み得る。

【０１３６】

また、ＢＭＳ１１００は、マスター窓コントローラ１１０２を管理する。この実施例では、マスター窓コントローラ１１０２は、マスターネットワークコントローラ１１０３、中間ネットワークコントローラ１１０５ａおよび１１０５ｂ、ならびにエンドまたはリーフコントローラ１１１０を含む、窓コントローラの分散型ネットワークとして示されている。エンドまたはリーフコントローラ１１１０は、図４に関して説明された窓コントローラ４５０と同様であってもよい。例えば、マスターネットワークコントローラ１１０３はＢＭＳ１１００に近接していてもよく、建物１１０１の各階は、１つ以上の中間ネットワークコントローラ１１０５ａおよび１１０５ｂを有していてもよく、建物の各窓は、自身のエンドコントローラ１１１０を有していてもよい。この実施例では、コントローラ１１１０の各々は、建物１１０１の特定のエレクトロクロミック窓を制御する。

【０１３７】

コントローラ１１１０の各々は、各々が制御するエレクトロクロミック窓から離れた位置にあるか、またはエレクトロクロミック窓に統合されていてもよい。簡単にするために、建物１１０１の１０個のエレクトロクロミック窓だけが、マスター窓コントローラ１１０２によって制御されるように描かれている。典型的な設定では、マスター窓コントローラ１１０２によって制御される、建物内の多数のエレクトロクロミック窓がある場合がある。マスター窓コントローラ１１０２は、窓コントローラの分散型ネットワークである必要はない。例えば、単一のエレクトロクロミック窓の機能を制御する単一のエンドコントローラも、上述のように、本明細書に開示されている実施形態の範囲内に含まれる。本明細書に記載のエレクトロクロミック窓コントローラをＢＭＳに組み込む利点および特徴が、必要に応じて、図１５に関連してより詳細に以下に説明される。

【０１３８】

開示された実施形態の一態様が、本明細書に記載されるような多目的エレクトロクロミック窓コントローラを含むＢＭＳである。エレクトロクロミック窓コントローラからのフィードバックを取り入れることによって、エレクトロクロミック窓が自動的に制御され得るため、ＢＭＳは、例えば、強化された１）環境制御、２）省エネルギー、３）セキュリティ、４）制御オプションの柔軟性、５）他のシステムへのより少ない依存性、したがってそのより少ない保守による、他のシステムの改善された信頼性および改善された耐用期間、６）情報の可用性および診断、７）スタッフの効率的な使用、およびスタッフからのより高い生産性、ならびにこれらの様々な組み合わせを提供することができる。いくつかの実施形態では、ＢＭＳが存在しない場合があるか、またはＢＭＳは存在し得るが、マスターネットワークコントローラと通信しない、もしくはマスターネットワークコントローラと高レベルで通信しない場合がある。特定の実施形態では、ＢＭＳの保守は、エレクトロクロミック窓の制御を妨げない。

【０１３９】

図１６は、建物のための建物ネットワーク１２００の一実施形態のブロック図を示す。上述のように、ネットワーク１２００は、ＢＡＣｎｅｔを含む、任意の数の異なる通信プロトコルを利用することができる。示されるように、建物ネットワーク１２００は、マスターネットワークコントローラ１２０５、照明制御パネル１２１０、建物管理システム（ＢＭＳ）１２１５、セキュリティ制御システム１２２０、およびユーザーコンソール１２２５を含む。建物内のこれらの異なるコントローラおよびシステムを使用して、建物のＨＶＡＣシステム１２３０、照明１２３５、防犯センサー１２４０、ドアロック１２４５、カメラ１２５０、および色合い調節可能な窓１２５５からの入力を受信し、および／またはそれらを制御することができる。

【０１４０】

マスターネットワークコントローラ１２０５は、図１５に関して説明されたマスターネットワークコントローラ１１０３と同様に機能し得る。照明制御パネル１２１０は、屋内

照明、屋外照明、緊急警報灯、避難誘導表示、および非常口照明を制御するための回路を含んでもよい。照明制御パネル１２１０はまた、建物の部屋内に占有センサーを含んでもよい。ＢＭＳ１２１５は、ネットワーク１２００の他のシステムおよびコントローラからデータを受信し、それらへコマンドを発行するコンピュータサーバを含んでもよい。例えば、ＢＭＳ１２１５は、マスターネットワークコントローラ１２０５、照明制御パネル１２１０、およびセキュリティ制御システム１２２０の各々からデータを受信し、各々にコマンドを発行することができる。セキュリティ制御システム１２２０は、磁気カードアクセス、回転ドア、ソレノイド駆動ドアロック、監視カメラ、盗難警報機、金属探知機などを含んでもよい。ユーザーコンソール１２２５は、建物の様々なシステムの動作のスケジュールを立て、建物の様々なシステムを制御、監視、最適化およびトラブルシューティングするために、建物の管理者によって使用され得るコンピュータ端末であってもよい。Ｔｒｉｄｉｕｍ，　Ｉｎｃ．のソフトウェアは、ユーザーコンソール１２２５のために異なるシステムからのデータの視覚的表現を生成することができる。

【０１４１】

異なる制御の各々は、個々のデバイス／装置を制御することができる。マスターネットワークコントローラ１２０５は、窓１２５５を制御する。照明制御パネル１２１０は、照明１２３５を制御する。ＢＭＳ１２１５は、ＨＶＡＣ１２３０を制御することができる。セキュリティ制御システム１２２０は、防犯センサー１２４０、ドアロック１２４５、およびカメラ１２５０を制御する。データは、建物ネットワーク１２００の一部である、異なるデバイス／装置およびコントローラのすべての間で交換および／または共有され得る。

【０１４２】

場合によっては、ＢＭＳ１１００または建物ネットワーク１２００のシステムは、日ごと、月ごと、四半期ごと、または年ごとのスケジュールに従って動作してもよい。例えば、照明制御システム、窓制御システム、ＨＶＡＣ、およびセキュリティシステムは、人が就業日内のいつ建物内にいるかを考慮した２４時間スケジュールで動作してもよい。夜間、建物は省エネルギーモードに入ってもよく、日中、システムは、占有者に快適さを提供しながら建物のエネルギー消費を最小化するように動作してもよい。別の例として、システムは、休暇期間中停止するか、または省エネルギーモードに入ってもよい。

【０１４３】

スケジューリング情報は、地理的情報と組み合わされてもよい。地理的情報は、建物の緯度および経度を含んでもよい。地理的情報はまた、建物の各側が面している方向に関する情報を含んでもよい。そのような情報を使用して、建物の異なる側の異なる部屋を異なる方法で制御することができる。例えば、冬には、建物の東向きの部屋に対して、窓コントローラは、部屋内に差し込む日光によって部屋が暖まるように、午前中は色合いを持たないよう窓に命令することができ、照明制御パネルは、日光による採光のために、弱くなるようランプに命令することができる。西向きの窓は、西側の窓の色合いは省エネルギーに影響を及ぼさない可能性があるので、午前中は部屋の占有者によって制御可能であり得る。しかしながら、東向きの窓および西向きの窓の動作モードが夕方に切り替わることがある（例えば、日が沈みかけているとき、西向きの窓は、熱および照明の両方のために日光が入ることを可能にするように、色合い調節されない）。

【０１４４】

建物ネットワークまたはＢＭＳ、建物の外部窓のための色合い調節可能な窓（すなわち、建物の外部から建物の内部を分離する窓）、および多くの異なるセンサーを含む、例えば、図１５の建物１１０１のような建物の一例が以下に記載される。建物の外部窓からの光は、一般に、窓から約２０フィートまたは約３０フィートの建物内の屋内照明に影響を及ぼす。すなわち、より多いあの、外部窓から約２０フィートまたは約３０フィートである建物内の空間は、外部窓からほとんど光を受けない。建物内の外部窓から離れたそのような空間は、建物の照明システムによって照らされる。

【０１４５】

さらに、建物内の温度は、外光および／または外気温の影響を受ける可能性がある。例えば、寒い日に建物が暖房システムによって暖房されているとき、ドアおよび／または窓に近い部屋は、建物の内部領域よりも早く熱を失い、内部領域と比べてより冷たくなる。

【０１４６】

外部センサーに関して、建物は、建物の屋根上に外部センサーを含んでもよい。あるいは、建物は、（例えば、図５の部屋５００に関して説明されたように）各外部窓に関連付けられた外部センサー、または建物の各側面上の外部センサーを含んでもよい。建物の各側面上の外部センサーは、太陽が１日を通して位置を変えるときに、建物の１つの側面上の放射照度を追跡できる。

【０１４７】

図７、８、９、１２、１３、および１４に関して説明された方法に関して、窓コントローラが建物ネットワークまたはＢＭＳに統合されると、外部センサー５１０からの出力は、ＢＭＳのネットワークに入力され、ローカル窓コントローラ４５０への入力として提供され得る。例えば、いくつかの実施形態では、任意の２つ以上のセンサーからの出力信号が受信される。いくつかの実施形態では、ただ１つの出力信号が受信され、いくつかの他の実施形態では、３つ、４つ、５つ、またはそれ以上の出力が受信される。これらの出力信号は、建物ネットワークまたはＢＭＳを介して受信され得る。

【０１４８】

いくつかの実施形態では、受信された出力信号は、建物内の暖房システム、冷房システム、および／または照明によるエネルギーまたは電力消費を示す信号を含む。例えば、建物の暖房システム、冷房システム、および／または照明のエネルギーまたは電力消費を監視して、エネルギーまたは電力消費を示す信号を提供することができる。この監視を可能にするために、デバイスは、建物の回路および／または配線とインターフェースが取られてもよく、またはそれに取り付けられてもよい。あるいは、建物内の電力システムは、建物内の個々の部屋または建物内の部屋のグループのための暖房システム、冷房システム、および／または照明によって消費される電力が監視され得るように設置されてもよい。

【０１４９】

色合い命令を提供して、色合い調節可能な窓の色合いを、決定された色合いレベルに変更することができる。例えば、図１５を参照すると、このことは、マスターネットワークコントローラ１１０３が１つ以上の中間ネットワークコントローラ１１０５ａおよび１１０５ｂにコマンドを発行し、これらの中間ネットワークコントローラが同様に、建物の各窓を制御するエンドコントローラ１１１０にコマンドを発行することを含んでもよい。エンドコントローラ１１００は、命令に従って色合いの変化を生じさせるために、窓に電圧および／または電流を印加することができる。

【０１５０】

いくつかの実施形態では、エレクトロクロミック窓およびＢＭＳを含む建物は、建物に電力を供給している１つまたは複数のユーティリティによって実行されるデマンドレスポンスプログラムに登録されるか、またはそれに参加してもよい。このプログラムは、ピーク負荷の発生が予想されるときに、建物のエネルギー消費が低減されるプログラムであってもよい。ユーティリティは、予想されるピーク負荷が発生する前に、警告信号を送出することができる。例えば、警告は、予想されるピーク負荷発生の前日、朝、または約１時間前に送信してもよい。ピーク負荷の発生は、例えば、冷房システム／空調機がユーティリティから大量の電力を取っている暑い夏の日に起こると予想され得る。警告信号は、建物のＢＭＳによって、または建物内のエレクトロクロミック窓を制御するように構成された窓コントローラによって受信され得る。この警告信号は、図７に示されるように、モジュールＡ、Ｂ、およびＣを解除するオーバーライド機構であってもよい。次いで、ＢＭＳは、ピーク負荷が予想されるときに、エレクトロクロミック窓５０５内の適切なエレクトロクロミックデバイスを、建物内の冷房システムの消費電力を低減する際の暗い色合いレベル支援に移行させるよう、窓コントローラ（複数可）に命令することができる。

【０１５１】

いくつかの実施形態では、建物の外部窓用の色合い調節可能な窓（すなわち、建物の内部を建物の外部から分離する窓）は、ゾーンにグループ化して、ゾーン内の色合い調節可能な窓に同様に命令するようにしてもよい。例えば、建物の異なる階または建物の異なる側面のエレクトロクロミック窓のグループは、異なるゾーンにあってもよい。例えば、建物の１階で、東向きのエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン１にあってもよく、南向きのエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン２にあってもよく、西向きのエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン３にあってもよく、北向きのエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン４にあってもよい。別の例として、建物の１階のエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン１にあってもよく、２階のエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン２にあってもよく、３階のエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン３にあってもよい。さらに別の例として、東向きのエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン１にあってもよく、南向きのエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン２にあってもよく、西向きのエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン３にあってもよく、北向きのエレクトロクロミック窓のすべてがゾーン４にあってもよい。さらに別の例として、１つの階の東向きのエレクトロクロミック窓が、異なるゾーンに分割され得る。建物の同じ側面および／または異なる側面および／または異なる階の任意の数の色合い調節可能な窓が、１つのゾーンに割り当てられてもよい。個々の色合い調節可能な窓が、独立に制御可能なゾーンを有する実施形態では、色合い調節ゾーンは、個々の窓のゾーンの組み合わせを使用して建物の１つの表面上に設けてもよく、例えば、個々の窓は、そのゾーンのすべてが色合い調節されてもよい、またはされなくてもよい。

【０１５２】

いくつかの実施形態では、ゾーン内のエレクトロクロミック窓は、同じ窓コントローラによって制御されてもよい。いくつかの他の実施形態では、ゾーン内のエレクトロクロミック窓は、異なる窓コントローラによって制御され得るが、これらの窓コントローラはすべて、センサーから同じ出力信号を受信し、同じ機能またはルックアップテーブルを使用して、ゾーン内の窓の色合いのレベルを決定し得る。

【０１５３】

いくつかの実施形態では、ゾーン内のエレクトロクロミック窓は、透過率センサーからの出力信号を受信する１つまたは複数の窓コントローラによって制御されてもよい。いくつかの実施形態では、透過率センサーは、ゾーン内の窓に近接して取り付けられてもよい。例えば、透過率センサーは、ゾーンに含まれるＩＧＵを含むフレームの中または上に取り付け（例えば、マリオン、フレームの水平サッシの中または上に取り付け）てもよい。いくつかの他の実施形態では、建物の片側の窓を含むゾーン内のエレクトロクロミック窓は、透過率センサーからの出力信号を受信する１つの窓コントローラまたは複数のコントローラによって制御され得る。

【０１５４】

いくつかの実施形態では、センサー（たとえば光センサー）は、第１のゾーン（たとえばマスター制御ゾーン）のエレクトロクロミック窓５０５を制御するために、窓コントローラに出力信号を提供することができる。窓コントローラも、第１のゾーンと同じ方法で、第２のゾーン（例えば、スレーブ制御ゾーン）内のエレクトロクロミック窓５０５を制御することができる。いくつかの他の実施形態では、別の窓コントローラが、第１のゾーンと同じ方法で、第２のゾーンのエレクトロクロミック窓５０５を制御することができる。

【０１５５】

いくつかの実施形態では、建物の管理者、第２のゾーンの部屋の占有者、または他の人が、手動で（例えば、色合いまたは透明コマンド、もしくはＢＭＳのユーザーコンソールからのコマンドを使用して）第２のゾーン（すなわち、スレーブ制御ゾーン）のエレクトロクロミック窓に、着色状態（レベル）または透明状態などの色合いレベルに入るよう命令することができる。いくつかの実施形態では、第２のゾーンの窓の色合いレベルがそのような手動コマンドでオーバーライドされると、第１のゾーン（すなわちマスター制御ゾ

ーン）のエレクトロクロミック窓は、透過率センサーからの出力を受信する窓コントローラの制御下に留まる。第２のゾーンは、一定期間手動コマンドモードに留まり、その後、透過率センサーからの出力を受信する窓コントローラの制御下に戻ることができる。例えば、第２のゾーンは、オーバーライドコマンドを受信した後１時間手動モードに留まり、その後、透過率センサーからの出力を受信する窓コントローラの制御下に戻ることができる。

【０１５６】

いくつかの実施形態では、建物の管理者、第１のゾーンの部屋の占有者、または他の人が、手動で（例えば、色合いコマンドまたはＢＭＳのユーザーコンソールからのコマンドを使用して）第１のゾーン（すなわち、マスター制御ゾーン）の窓に、着色状態または透明状態などの色合いレベルに入るよう命令することができる。いくつかの実施形態では、第１のゾーンの窓の色合いレベルがそのような手動コマンドでオーバーライドされると、第２のゾーン（すなわちスレーブ制御ゾーン）のエレクトロクロミック窓は、外部センサーからの出力を受信する窓コントローラの制御下に留まる。第１のゾーンは、一定期間手動コマンドモードに留まり、その後、透過率センサーからの出力を受信する窓コントローラの制御下に戻ることができる。例えば、第１のゾーンは、オーバーライドコマンドを受信した後１時間手動モードに留まり、その後、透過率センサーからの出力を受信する窓コントローラの制御下に戻ることができる。いくつかの他の実施形態では、第２のゾーンのエレクトロクロミック窓は、第１のゾーンのマニュアルオーバーライドが受信されたときにその窓があった色合いレベルに留まることができる。第１のゾーンは、一定期間手動コマンドモードに留まり、その後、第１のゾーンおよび第２のゾーンの両方が、透過率センサーからの出力を受信する窓コントローラの制御下に戻ることができる。

【０１５７】

窓コントローラがスタンドアロン窓コントローラであるのか、それとも建物ネットワークとインターフェース接続されているのかに関わりなく、本明細書に記載の色合い調節可能な窓の制御の方法のいずれも、使用済みの制御、色合い調節可能な窓の色合いであり得る。

【０１５８】

無線または有線通信

いくつかの実施形態では、本明細書に記載の窓コントローラは、窓コントローラと、センサーと、別個の通信ノードとの間の有線または無線通信のための構成要素を含む。無線または有線通信は、窓コントローラと直接インターフェースを取る通信インターフェースを用いて達成され得る。そのようなインターフェースは、マイクロプロセッサに固有であっても、これらの機能を可能にする追加の回路を介して提供されてもよい。

【０１５９】

無線通信用の別個の通信ノードは、例えば、別の無線窓コントローラ、エンド窓コントローラ、中間窓コントローラ、またはマスター窓コントローラ、遠隔制御デバイス、またはＢＭＳであり得る。無線通信は、以下の動作：エレクトロクロミック窓５０５のプログラミングおよび／または操作、本明細書に記載の様々なセンサーおよびプロトコルからのＥＣ窓５０５からのデータの収集、および無線通信のための中継点としてのエレクトロクロミック窓５０５の使用、のうちの少なくとも１つのために窓コントローラ内で使用される。エレクトロクロミック窓５０５から収集されたデータはまた、ＥＣデバイスが起動された回数などのカウントデータ、経時的なＥＣデバイスの効率など含んでもよい。これらの無線通信機能が以下により詳細に説明される。

【０１６０】

一実施形態では、無線通信は、例えば赤外線（ＩＲ）および／または無線周波（ＲＦ）信号を介して、関連付けられたエレクトロクロミック窓５０５を操作するために使用される。特定の実施形態では、コントローラは、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ（登録商標）、ＥｎＯｃｅａｎ、ＷｉＦｉ、Ｚｉｇｂｅｅ（登録商標）などの無線プロトコルチップを含むであろう。窓コントローラは、ネットワークを介する無線通信を有してもよい。窓コントローラ

への入力は、直接または無線通信を介して、エンドユーザーによって壁スイッチで手動で入力することができる、あるいは、入力は、エレクトロクロミック窓が構成要素である建物のＢＭＳからであってもよい。

【０１６１】

一実施形態では、窓コントローラが、コントローラの分散型ネットワークの一部である場合、各々が無線通信コンポーネントを有するコントローラの分散型ネットワークを介して、データを複数のエレクトロクロミック窓の各々へ、および各々から転送するために、無線通信が使用される。例えば、図１５を再び参照すると、マスターネットワークコントローラ１１０３は、中間ネットワークコントローラ１１０５ａおよび１１０５ｂの各々と無線で通信し、これらの中間ネットワークコントローラは同様に、各々がエレクトロクロミック窓に関連付けられているエンドコントローラ１１１０と無線で通信する。マスターネットワークコントローラ１１０３はまた、ＢＭＳ１１００と無線で通信することができる。一実施形態では、窓コントローラ内の少なくとも１つのレベルの通信は無線で実行される。

【０１６２】

いくつかの実施形態では、複数のモードの無線通信が、窓コントローラ分散型ネットワーク内で使用される。例えば、マスター窓コントローラが、ＷｉＦｉまたはＺｉｇｂｅｅを介して中間コントローラと無線通信する一方、中間コントローラは、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ、Ｚｉｇｂｅｅ、ＥｎＯｃｅａｎ、または他のプロトコルを介してエンドコントローラと通信する。別の実施例では、窓コントローラは、無線通信のためのエンドユーザーの選択肢での柔軟性のために、冗長な無線通信システムを有する。

【０１６３】

例えば、マスターおよび／または中間窓コントローラとエンド窓コントローラとの間の無線通信は、ハード通信線の設置を不要にする利点を提供する。このことは、窓コントローラとＢＭＳとの間の無線通信にも当てはまる。一態様では、これらの役割での無線通信は、窓を操作して、例えば、建物内の環境および省エネルギーを最適化するためにＢＭＳにデータを提供するための、エレクトロクロミック窓への、およびエレクトロクロミック窓からのデータ転送に有用である。窓位置データならびにセンサーからのフィードバックは、そのような最適化のために相乗的に作用する。例えば、建物の様々な環境を最適化するために、詳細なレベル（窓ごと）の微気候情報がＢＭＳに供給される。

【０１６４】

ＶＩ．色合い調節可能な窓の機能を制御するためのシステムの実施例

図１７は、実施形態による、建物（例えば、図１５に示された建物１１０１）の１つ以上の色合い調節可能な窓の機能（例えば、異なる色合いレベルへの移行）を制御するためのシステム１４００の構成要素のブロック図である。システム１４００は、ＢＭＳによって管理されるシステムのうちの１つ（たとえば、図１５に示されるＢＭＳ１１００）であってもよく、あるいはＢＭＳとは無関係に動作してもよい。

【０１６５】

システム１４００は、色合い調節可能な窓の機能を制御するために色合い調節可能な窓に制御信号を送ることができるマスター窓コントローラ１４０２を含む。システム１４００はまた、マスター窓コントローラ１４０２と電子通信するネットワーク１４１０を含む。予測制御ロジック、他の制御ロジック、および色合い調節可能な窓（複数可）の機能を制御するための命令、および／またはセンサーデータは、ネットワーク１４１０を介してマスター窓コントローラ１４０２に通信され得る。ネットワーク１４１０は、有線または無線ネットワーク（例えばクラウドネットワーク）であってもよい。一実施形態では、ネットワーク１４１０は、ＢＭＳと通信して、ＢＭＳが、色合い調節可能な窓（複数可）を制御するための命令を、ネットワーク１４１０を介して建物内の色合い調節可能な窓（複数可）に送信することを可能にすることができる。

【０１６６】

システム１４００はまた、色合い調整可能な窓（図示せず）のＥＣデバイス４００およ

び壁スイッチ１４９０を含み、これらの両方が、マスター窓コントローラ１４０２と電子通信する。この例示された実施例では、マスター窓コントローラ１４０２は、ＥＣデバイス（複数可）４００を有する色合い調整可能な窓の色合いレベルを制御するために、ＥＣデバイス（複数可）４００に制御信号を送信することができる。各壁スイッチ１４９０もまた、ＥＣデバイス（複数可）４００およびマスター窓コントローラ１４０２と通信する。エンドユーザー（例えば、色合い調節可能な窓を有する部屋の占有者）は、壁スイッチ１４９０を使用して、ＥＣデバイス（複数可）４００を有する色合い調節可能な窓の色合いレベルおよび他の機能を制御することができる。

【０１６７】

図１７では、マスター窓コントローラ１４０２は、マスターネットワークコントローラ１４０３、マスターネットワークコントローラ１４０３と通信する複数の中間ネットワークコントローラ１４０５、および各複数のエンドまたはリーフ窓コントローラ１４１０を含む、窓コントローラの分散型ネットワークとして示されている。各複数のエンドまたはリーフ窓コントローラ１４１０は、単一の中間ネットワークコントローラ１４０５と通信する。マスター窓コントローラ１４０２は、窓コントローラの分散型ネットワークとして示されているが、他の実施形態では、マスター窓コントローラ１４０２は、単一の色合い調節可能な窓の機能を制御する単一の窓コントローラでもあってもよい。図１７のシステム１４００の構成要素は、いくつかの点で、図１５に関して説明された構成要素と類似であってもよい。例えば、マスターネットワークコントローラ１４０３は、マスターネットワークコントローラ１１０３と類似であってもよく、中間ネットワークコントローラ１４０５は、中間ネットワークコントローラ１１０５と類似であってもよい。図１７の分散型ネットワーク内の窓コントローラの各々は、プロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ）およびプロセッサと電気通信するコンピュータ可読媒体を含んでもよい。

【０１６８】

図１７では、各リーフまたはエンド窓コントローラ１４１０は、単一の色合い調節可能な窓のＥＣデバイス（複数可）４００と通信して、建物内のその色合い調節可能な窓の色合いレベルを制御する。ＩＧＵの場合、リーフまたはエンド窓コントローラ１４１０は、ＩＧＵ制御ＩＧＵの色合いレベルの複数のライト上のＥＣデバイス４００と通信することができる。他の実施形態では、各リーフまたはエンド窓コントローラ１４１０は、複数の色合い調節可能な窓と通信することができる。リーフまたはエンド窓コントローラ１４１０は、色合い調節可能な窓に統合されてもよく、またはリーフまたはエンド窓コントローラ１４１０が制御する色合い調節可能な窓と別個であってもよい。図１７のリーフおよびエンド窓コントローラ１４１０は、図１５のエンドまたはリーフコントローラ１１１０と類似であってもよく、および／または図４に関して説明された窓コントローラ４５０と類似であってもよい。

【０１６９】

各壁スイッチ１４９０は、壁スイッチ１４９０と通信する色合い調節可能な窓の色合いレベルおよび他の機能を制御するために、エンドユーザー（例えば、部屋の占有者）によって操作され得る。エンドユーザーは、壁スイッチ１４９０を操作して、制御信号を、関連付けられた色合い調節可能な窓内のＥＣデバイス４００に通信することができる。場合によっては、壁スイッチ１４９０からのこれらの信号は、マスター窓コントローラ１４０２からの信号をオーバーライドすることができる。他の場合（例えば、高需要の場合）、マスター窓コントローラ１４０２からの制御信号は、壁スイッチ１４９０からの制御信号をオーバーライドすることができる。各壁スイッチ１４９０はまた、リーフまたはエンド窓コントローラ１４１０と通信して、壁スイッチ１４９０から送信された制御信号に関する情報（例えば、時刻、日付、要求された色合いレベルなど）をマスター窓コントローラ１４０２に返送する。場合によっては、壁スイッチ１４９０は手動で操作されてもよい。他の場合、壁スイッチ１４９０は、例えば、赤外線（ＩＲ）および／または無線周波（ＲＦ）信号を使用して、制御信号を有する無線通信を送信する遠隔装置（例えば、携帯電話、タブレットなど）を使用して、エンドユーザーによって無線で制御され得る。場合によ

っては、壁スイッチ１４９０は、Ｂｌｕｅｔｏｏｔｈ、ＥｎＯｃｅａｎ、ＷｉＦｉ、Ｚｉｇｂｅｅなどの無線プロトコルチップを含んでもよい。図１７に示される壁スイッチ１４９０は壁（複数可）に位置付けられているが、システム１４００の他の実施形態は、部屋内のどこか他の場所に位置付けられたスイッチを有してもよい。

【０１７０】

ＶＩＩ．予測制御ロジックの別の実施例

図１８は、実施形態による、建物の異なるゾーン内の１つ以上の色合い調節可能な窓（例えば、エレクトロクロミック窓）の色合いレベルを制御する方法のための予測制御ロジックを示すブロック図である。このロジックは、色合い調節可能な窓内のＥＣデバイス４００の移行時間を考慮した、将来のある時刻における予測決定を行う。この予測制御ロジックは、図１７に関して説明されたシステム１４００の構成要素によって、または他の開示された実施形態のシステムの構成要素によって、利用され得る。例示された実施例では、予測制御ロジックの一部分は窓コントローラ１４１０によって実行され、別の部分はネットワークコントローラ１４０８によって実行され、モジュール１　１４０６のロジックは窓コントローラ１４１０およびネットワークコントローラ１４０８とは別個の構成要素によって実行される。あるいは、モジュール１　１４０６は、窓コントローラ１４１０にロードされてもされなくてもよい別個のロジックであってもよい。

【０１７１】

図１８では、窓コントローラ１４１０およびモジュール１　１４０６によって利用される、予測制御ロジックの部分はＢＭＳ１４０７によって管理される。ＢＭＳ１４０７は、図１５に関して説明されたＢＭＳ１１００と類似であってもよい。ＢＭＳ１４０７は、ＢＡＣｎｅｔインターフェース１４０８を介して窓コントローラ１４１０と電子通信する。他の実施形態では、他の通信プロトコルが使用され得る。図１８には示されていないが、モジュール１　１４０６も、ＢＡＣｎｅｔインターフェース１４０８を介してＢＭＳ１４０７と通信する。他の実施形態では、図１８に示された予測制御ロジックは、ＢＭＳとは無関係に動作することができる。

【０１７２】

ネットワークコントローラ１４０８は、１つ以上のセンサー（たとえば、外部光センサー）からセンサーの読み取り値を受信し、そのセンサーの読み取り値をＷ／ｍ$^2$の単位に変換することもできる。ネットワークコントローラ１４０８は、ＣＡＮｂｕｓまたはＣＡＮＯｐｅｎプロトコルのいずれかを介して窓コントローラ１４１０と電子通信する。ネットワークコントローラ１４０８は、変換されたセンサーの読み取り値を窓コントローラ１４１０に通信する。ネットワークコントローラ１４０８は、図１７の中間ネットワークコントローラ１４０５またはマスターネットワークコントローラ１４０３のいずれかと類似であってもよい。

【０１７３】

図１８では、窓コントローラ１４１０によって利用される予測制御ロジックの一部分は、マスタースケジューラ１５０２を含む。マスタースケジューラ１５０２は、ユーザー（例えば、建物の管理者）が、異なる時刻および／または日付において異なる種類の制御プログラムを使用することができるスケジュールを作成することを可能にするロジックを含む。制御プログラムの各々は、１つ以上の独立変数に基づいて色合いレベルを決定するためのロジックを含む。１つの種類の制御プログラムは、単に純粋状態である。純粋状態は、他の条件とは無関係に、特定の期間中に固定される特定のレベルの色合い（例えば、透過率＝４０％）を指す。例えば、建物の管理者は、毎日午後３時以降に窓が透明であることを指定することができる。別の例として、建物の管理者は、毎日午後８時から午前６時の間の期間に対する純粋状態を指定することができる。他の時刻に、異なる種類の制御プログラム、例えば、はるかに高いレベルの洗練さを採用した制御プログラムを使用してもよい。高レベルの洗練さを提供する１つの種類の制御プログラム。例えば、この種の高度に洗練された制御プログラムは、図１８を参照して説明された予測制御ロジックを含み、モジュール１　１４０６のロジックモジュールＡ、Ｂ、およびＣのうちの１つ以上の実装

を含んでもよい。別の例として、この種の別の高度に洗練された制御プログラムは、図１８を参照して説明された予測制御ロジックを含み、モジュール１　１４０６のロジックモジュールＡ、Ｂ、およびＣ、ならびに本明細書のセクションＶＩＩで後程説明されるモジュールＤのうちの１つ以上の実装を含んでもよい。別の例として、この種の別の高度に洗練された制御プログラムは、図７を参照して説明された予測制御論理であり、図８、９および１２を参照して説明されたロジックモジュールＡ、Ｂ、およびＣの完全なマルチモジュール実装を含む。本実施例では、予測制御ロジックは、モジュールＣのセンサーフィードバックと、モジュールＡおよびＢの太陽情報とを使用する。高度に洗練された制御プログラムの別の例が、図８、９および１２に関して説明されたロジックモジュールＡ、ＢおよびＣのうちの１つまたは２つの部分的ロジックモジュール実装を伴う、図７に関して説明された予測制御ロジックである。別の種類の制御プログラムは、１つ以上のセンサー（例えば、光センサー）からのフィードバックに依存し、それに応じて、太陽の位置に関係なく色合いレベルを調整するしきい値制御プログラムである。マスタースケジューラ１５０２を使用する技術的利点の１つが、ユーザーが、色合いレベルを決定するために使用されている制御プログラム（方法）を選択してスケジュールに入れることができることである。

【０１７４】

マスタースケジューラ１５０２は、日付および２４時間制に基づく時刻に換算した時間に従って、スケジュール内の制御プログラムを実行する。マスタースケジューラ１５０２は、暦日および／または平日５日（月曜日～金曜日）および週末２日（土曜日および日曜日）を有する週７日に基づく曜日に換算した日付を決定する。マスタースケジューラ１５０２はまた、特定の日が休日であるかどうかも決定することができる。マスタースケジューラ１５０２は、サイトデータ１５０６によって決定される、色合い調節可能な窓の位置に基づいて、サマータイムの時刻を自動的に調整することができる。

【０１７５】

一実施形態では、マスタースケジューラ１５０２は、別個の休日スケジュールを使用することができる。ユーザーは、どの制御プログラム（複数可）を休日スケジュール中に使用するかを決定していてもよい。ユーザーは、どの日が休日スケジュールに含まれるかを決定することができる。マスタースケジューラ１５０２は、ユーザーによって設定された基本スケジュールをコピーし、ユーザーが休日スケジュール内の休日に対して修正を設定することを可能にすることができる。

【０１７６】

マスタースケジューラ１５０２によって利用されるスケジュールを作成するとき、ユーザーは、選択されたプログラム（複数可）が利用される、建物の１つまたは複数のゾーンを選択することができる（ゾーン選択）。各ゾーンには、１つ以上の色合い調節可能な窓を含む。場合によっては、ゾーンは、空間タイプ（例えば、特定の位置に机を有するオフィス、会議室など）に関連付けられた領域であってもよく、あるいは複数の空間タイプに関連付けられてもよい。例えば、ユーザーは、オフィスを有するゾーン１を、１）月曜日～金曜日には朝の午前８時に７０度に暖房し、午後３時に空調をオンしてオフィス内の温度を８０度に維持し、次いで平日の午後５時にすべての空調および暖房をオフにし、そして、２）（土曜日および日曜日には）暖房および空調をオフにするように選択することができる。別の例として、ユーザーは、会議室を有するゾーン２を、ロジックモジュールＡ、Ｂ、およびＣのすべてを使用する、モジュール１の完全モジュール実装を含む図１８の予測制御ロジックを実行するように設定することができる。別の例では、ユーザーは、会議室を有するゾーン１を、午前８時から午後３時まではモジュール１を実行し、午後３時以降は閾値プログラムまたは純粋状態を実行するように選択することができる。他の場合、ゾーンは建物全体であってもよく、あるいは建物内の１つ以上の窓であってもよい。

【０１７７】

センサー入力を使用し得るプログラムを用いてスケジュールを作成するとき、ユーザーが、そのプログラムで使用される１つまたは複数のセンサーを選択することが可能であっ

てもよい。例えば、ユーザーは、屋根の上に位置付けられたセンサー、または色合い調節可能な窓の近く、もしくは色合い調節可能な窓に位置付けられたセンサーを選択することができる。別の例として、ユーザーは、特定のセンサーのＩＤ値を選択することができる。

【０１７８】

窓コントローラ１４１０によって利用される予測制御ロジックの一部分はまた、マスタースケジューラ１５０２と電子通信するユーザーインターフェース１５０４を含む。ユーザーインターフェース１５０４はまた、サイトデータ１５０６、ゾーン／グループデータ１５０８、および検知ロジック１５１６と通信する。ユーザーは、ユーザーインターフェース１５０４を使用して自分のスケジュール情報を入力してスケジュールを作成する（新しいスケジュールを生成する、または既存のスケジュールを修正する）ことができる。ユーザーインターフェース１５０４は、例えば、キーパッド、タッチパッド、キーボードなどの入力デバイスを含み得る。ユーザーインターフェース１５０４はまた、スケジュールに関する情報を出力し、スケジュールを設定するための選択可能なオプションを提供するためのディスプレイを含み得る。ユーザーインターフェース１５０４は、コンピュータ可読媒体（ＣＲＭ）と電子通信するプロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ）と電子通信する。プロセッサおよびＣＲＭの両方が、窓コントローラ１４１０の構成要素である。マスタースケジューラ１５０２内のロジックおよび予測制御ロジックの他の構成要素は、窓コントローラ１４１０のコンピュータ可読媒体上に格納されてもよい。

【０１７９】

ユーザーは、ユーザーインターフェース１５０４を使用して、自分のサイトデータ１５０６およびゾーン／グループデータ１５０８を入力することができる。サイトデータ１５０６は、建物の位置に対する緯度、経度、およびＧＭＴオフセットを含む。ゾーン／グループデータは、建物の各ゾーン内の１つ以上の色合い調節可能な窓についての位置、寸法（例えば、窓幅、窓の高さ、敷居幅など）、向き（例えば、窓の傾き）、外部日よけ（例えば、張り出しの深さ、窓上の張り出しの位置、側面に対する左／右フィンの寸法、左／右フィンの深さなど）、基準ガラスのＳＨＧＣ、および占有率ルックアップテーブルを含む。図１８では、サイトデータ１５０６およびゾーン／グループデータ１５０８は、静的情報（すなわち、予測制御ロジックの構成要素によって変更されない情報）である。他の実施形態では、このデータはその場で生成され得る。サイトデータ１５０６およびゾーン／グループデータ１５０８は、窓コントローラ１４１０のコンピュータ可読媒体に格納することができる。

【０１８０】

スケジュールを作成（または修正）するとき、ユーザーは、マスタースケジューラ１５０２が建物のゾーンの各々で異なる期間に実行する制御プログラムを選択する。場合によっては、ユーザーが、複数の制御プログラムから選択することが可能であってもよい。そのような場合、ユーザーは、ユーザーインターフェース１４０５上に表示されたすべての制御プログラムのリスト（例えばメニュー）から制御プログラムを選択することによって、スケジュールを作成することができる。他の場合、ユーザーは、すべての制御プログラムのリストから、自分が利用可能なオプションを制限し得た可能性がある。例えば、ユーザーが、２つの制御プログラムの使用に対してのみ支払いをしている場合がある。この例では、ユーザーは、ユーザーによって支払われた２つの制御プログラムのうちの一方だけを選択することができるであろう。

【０１８１】

ユーザーインターフェース１４０５の一実施例を図１９に示す。この例示された実施例では、ユーザーインターフェース１４０５は、マスタースケジューラ１５０２によって利用されるスケジュールを生成または変更するために使用されるスケジュール情報を入力するためのテーブルの形態になっている。例えば、ユーザーは、開始時刻および停止時刻を入力することによって、期間をテーブルに入力することができる。ユーザーは、プログラムによって使用されるセンサーを選択することもできる。ユーザーはまた、サイトデータ

１５０６およびゾーン／グループデータ１５０８を入力することもできる。ユーザーは、「Ｓｕｎ　Ｐｅｎｅｔｒａｔｉｏｎ　Ｌｏｏｋｕｐ」を選択することによって、使用する占有率ルックアップテーブルを選択することもできる。

【０１８２】

図１８に戻ると、窓コントローラ１４１０によって利用される予測制御ロジックの部分はまた、時刻（ルックアヘッド）ロジック１５１０を含む。時刻（ルックアヘッド）ロジック１５１０は、予測決定を行うために予測制御ロジックによって使用される将来の時刻を決定する。この将来の時刻は、色合い調節可能な窓内のＥＣデバイス４００の色合いレベルを移行させるのに必要な時間を考慮したものである。移行時間を考慮した時刻を使用することによって、予測制御ロジックは、制御信号を受信した後にＥＣデバイス４００が色合いレベルに移行するための時間を有していることになる将来の時刻に対する適切な色合いレベルを予測することができる。時刻部分１５１０は、ゾーン／グループデータからの代表的な窓に関する情報（例えば、窓の寸法など）に基づいて、代表的な窓内のＥＣデバイス（複数可）の移行時間を推定することができる。次に、時刻ロジック１５１０は、移行時間と現在の時刻とに基づいて、将来の時刻を決定することができる。例えば、将来の時刻は、移行時間に加算された現在の時刻以上であってもよい。

【０１８３】

ゾーン／グループデータは、各ゾーンの代表的な窓に関する情報を含む。ある場合、代表的な窓は、ゾーン内の窓のうちの１つであり得る。別の場合、代表的な窓は、そのゾーン内のすべての窓からのすべての特性を平均することに基づく平均特性（たとえば、平均寸法）を有する窓であり得る。

【０１８４】

窓コントローラ１４１０によって利用される予測制御ロジックは、太陽位置計算機１５１２も含む。太陽位置計算機１５１２は、時間内のあるインスタンスにおける太陽の位置、太陽の方位、および太陽の高度を決定するロジックを含む。図１８では、太陽位置計算機１５１２は、時刻ロジック１５１０から受信した将来の時間内のインスタンスに基づいて決定を行う。太陽位置計算機１５１２は、時刻部分１５１０およびサイトデータ１５０６と通信して、将来の時刻、建物の緯度および経度座標、ならびに太陽位置計算などの計算（複数可）を行うために必要とされ得る他の情報を受信する。太陽位置計算機１５１２はまた、計算された太陽位置に基づいて、１つ以上の決定を実行することができる。一実施形態では、太陽位置計算機１５１２は、モジュール１　１４０６のモジュールＡ、Ｂ、およびＣから晴天放射照度を計算するか、または他の決定を行うことができる。

【０１８５】

窓コントローラ１４１０によって利用される制御ロジックは、検知ロジック１５１６、ユーザーインターフェース１４０５、太陽位置計算機１５１２、およびモジュール１　１４０６と通信するスケジュールロジック１５１８も含む。スケジュールロジック１５１８は、モジュール１　１４０６からインテリジェンスロジック１５２０を通って渡される色合いレベルを使用するか、それとも他の考慮事項に基づいて別の色合いレベルを使用するか、を決定するロジックを含む。例えば、日の出および日没の時刻が一年中変化するので、ユーザーは、これらの変化を考慮して、スケジュールを再プログラムすることを望まない可能性がある。スケジュールロジック１５１８は、太陽位置計算機１５１２からの日の出および日没の時刻を使用して、ユーザーが、これらの変化する時刻のために、スケジュールを再プログラムすることを要することなく、日の出前および日没後の適切な色合いレベルを設定することができる。例えば、スケジュールロジック１５０８は、太陽位置計算機１５１２から受信した日の出時刻に従って、太陽が昇っていないこと、およびモジュール１　１４０６から渡された色合いレベルの代わりに日の出前の色合いレベルを使用すべきこと、を決定するとことができる。スケジュールロジック１５１８によって決定された色合いレベルは、検知ロジック１５１６に渡される。

【０１８６】

検知ロジック１５１６は、オーバーライドロジック１５１４、スケジュールロジック１

５１８、およびユーザーインターフェース１４０５と通信する。検知ロジック１５１６は、スケジュールロジック１５１６から渡された色合いレベルを使用するか、それとも１つ以上のセンサーからＢＡＣｎｅｔインターフェース１４０８を介して受信されたセンサーデータに基づいて、別の色合いレベルを使用するか、を決定するロジックを含む。上記段落の例を使用して、スケジュールロジック１５１８が、それ太陽が昇ってないと判断して日の出前の色合いレベルを渡し、センサーデータが、太陽が実際に昇ったことを示す場合、検知ロジック１５１６は、モジュール１　１４０６からスケジュールロジック１５１８を通って渡される色合いレベルを使用するであろう。検知ロジック１５１６によって決定された色味レベルが、オーバーライドロジック１５１４に渡される。

【０１８７】

ＢＭＳ１４０７およびネットワークコントローラ１４０８はまた、デマンドレスポンス（例えば、ユーティリティ会社）と電子通信し、高需要（またはピーク負荷）オーバーライドの必要性を通信する信号を受信する。デマンドレスポンスからのこれらの信号の受信に応じて、ＢＭＳ１４０７および／またはネットワークコントローラ１４０８は、デマンドレスポンスからのオーバーライド情報を処理するオーバーライドロジック１５１４に命令を、ＢＡＣｎｅｔインターフェース１４０８を介して送信することができる。オーバーライドロジック１５１４は、ＢＡＣｎｅｔインターフェース１４０８を介してＢＭＳ１４０７およびネットワークコントローラ１４０８と通信し、さらに検知ロジック１５１６とも通信する。

【０１８８】

オーバーライドロジック１５１４は、特定の種類のオーバーライドが、予測制御ロジックを解除し、他の考慮事項に基づいたオーバーライド色合いレベルを使用することを可能にする。予測制御ロジックを解除し得るオーバーライドの種類のいくつかの例として、高需要（またはピーク負荷）オーバーライド、マニュアルオーバーライド、空室オーバーライドなどがある。高需要（またはピーク負荷）オーバーライドは、デマンドレスポンスからの色合いレベルを定義する。マニュアルオーバーライドに関して、エンドユーザーは、手動でまたは遠隔装置を介してのいずれかで、壁スイッチ１４９０（図１７に示す）でオーバーライド値を入力することができる。空室オーバーライドは、空室（つまり、部屋に占有者がいない）に基づいてオーバーライド値を定義する。この場合、検知ロジック１５１６は、部屋が空いていることを示す、センサー（例えば、運動センサー）からのセンサーデータを受信することができ、検知ロジック１５１６は、オーバーライド値を決定して、そのオーバーライド値をオーバーライドロジック１５１４に中継することができる。オーバーライドロジック１５１４は、オーバーライド値を受信し、そのオーバーライド値を使用するか、それともより高い優先度を有するソース（すなわち、デマンドレスポンス）から受信された別のオーバーライド値などの別の値を使用するかを決定することができる。場合によっては、オーバーライドロジック１５１４は、図７に関して説明されたオーバーライドステップ６３０、６４０、および６５０と同様のステップによって動作することができる。

【０１８９】

窓コントローラ１４１０によって利用される制御ロジックはまた、モジュールＡ１５５０、Ｂ１５５８およびＣ１５６０のうちの１つ以上を遮断することができるインテリジェンスロジック１５２０を含む。ある場合には、インテリジェンスロジック１５２０は、１つ以上のモジュールを、ユーザーがそれらのモジュールに対する支払いをしていない場合に、遮断するために使用され得る。インテリジェンスロジック１５２０は、モジュールＡで行われる侵入深さ計算のような特定のより洗練された機能の使用を妨げる可能性がある。そのような場合、太陽計算機の情報を「短絡」し、おそらく１つ以上のセンサーの支援を受けて、その情報を使用して色合いレベルを計算する基本ロジックが使用される。基本ロジックからのこの色合いレベルは、スケジュールロジック１５１８に通信される。

【０１９０】

インテリジェンスロジック１５２０は、窓コントローラ１４１０とモジュール１　１４

０６との間の特定の通信をそらせることによって、モジュール（モジュールＡ１５５０、モジュールＢ１５５８、およびモジュールＣ１５６０）のうちの１つ以上を遮断することができる。例えば、太陽位置計算機１５１２とモジュールＡ１５５０との間の通信は、インテリジェンスロジック１５２０を通って進んでおり、インテリジェンスロジック１５２０によってスケジュールロジック１５１８にそらされて、モジュールＡ１５５０、モジュールＢ１５５８およびモジュールＣ１５６０を遮断し得る。別の例として、１５５２におけるモジュールＡからの色合いレベルの１５５４での晴天放射照度計算への通信は、インテリジェンスロジック１５２０を通って進んでおり、代わりにスケジュールロジック１５１８にそらされて、モジュールＢ１５５８およびモジュールＣ１５６０を遮断し得る。さらに別の例では、１５５８におけるモジュールＢからの色合いレベルのモジュールＣ１５６０への通信は、インテリジェンスロジック１５２０を通って進んでおり、スケジュールロジック１５１８にそらされて、モジュールＣ１５６０を遮断し得る。

【０１９１】

モジュール１　１４０６は、色合いレベルを決定して、窓コントローラ１４１０のスケジュールロジック１５１８に返すロジックを含む。このロジックは、時刻部分１５１０によって提供される将来の時刻に適切である色合いレベルを予測する。色合いレベルは、スケジュール内のゾーンの各々に関連付けられている代表的な色合い調節可能な窓に対して決定される。

【０１９２】

図１８では、モジュール１　１４０６は、図８、９、１２、および１３に関して説明されたモジュールＡ、Ｂ、およびＣで実行されるステップといくつかの点で類似するいくつかのステップを有し得るモジュールＡ１５５０、モジュールＢ１５５８、およびモジュールＣ１５６０を含む。別の実施形態では、モジュール１　１４０６は、図８、９、１２、および１３に関して説明されたモジュールＡ、Ｂ、およびＣからなってもよい。さらに別の実施形態では、モジュール１　１４０６は、図１４に関して説明されたモジュールＡ、Ｂ、およびＣからなってもよい。

【０１９３】

図１８では、モジュールＡ１５５０は、代表的な色合い調節可能な窓を通る侵入深さを決定する。モジュールＡ１５５０によって予測される侵入深さは、将来の時刻おけるものである。モジュールＡ１５５０は、太陽位置計算機１５１２から受信した、決定された太陽の位置（すなわち、太陽方位および太陽高度）に基づいて、ならびにゾーン／グループデータ１５０８から検索された、代表的な色合い調節可能な窓の位置、受光角、窓の寸法、窓の向き（すなわち、面している方向）、および任意の外部日よけの詳細に基づいて、侵入深さを計算する。

【０１９４】

次いで、モジュールＡ１５５０は、計算された侵入深さに対する、占有者の快適さを提供する色合いレベルを決定する。モジュールＡ１５５０は、ゾーン／グループデータ１５０８から検索された占有率ルックアップテーブルを使用して、代表的な色合い調節可能な窓に関連付けられた空間タイプに対する、計算された侵入深さに対する、および窓の受光角に対する、所望の色合いレベルを決定する。モジュールＡ１５５０は、ステップ１５５２で色合いレベルを出力する。

【０１９５】

代表的な色合い調節可能な窓に入射する最大晴天放射照度は、ロジック１５５４で常時に予測される。将来の時刻における晴天放射照度もまた、サイドデータ１５０６およびゾーン／グループデータ１５０８からの建物の緯度および経度座標ならびに代表的な窓の向き（すなわち、窓が面している方向）に基づいて予測される。他の実施形態では、これらの晴天放射照度の計算は、太陽位置計算機１５１２によって実行され得る。

【０１９６】

次に、モジュールＢ１５５６が、色合いレベルを増分的に増加させることによって、新しい色合いレベルを計算する。これらの増分的ステップの各々において、新しい色合いレ

ベルに基づく部屋内の放射照度が、方程式：内側放射照度＝色合いレベルＳＨＧＣ×晴天放射照度、を使用して決定される。モジュールＢは、内側放射照度が基準内側放射照度（基準ＳＨＧＣ×最大晴天放射照度）以下であり、色合いレベルが、Ａからの色合いレベルよりも明るくない色合いレベルを選択する。モジュールＢ１５５６は、Ｂからの選択された色合いレベルを出力する。Ｂからの色合いレベルから、ロジック１５５８が、外側放射照度および計算天窓放射照度を計算する。

【０１９７】

モジュールＣ１５６０は、センサーの放射照度読み取り値が晴天放射照度未満であるかどうかの判定を行う。判定結果がはいとなった場合、値が、Ｂからの基準内側放射照度を超えないが、センサー読み取り値×色合いレベルＳＨＧＣとして計算される色合いレベルと一致するかそれ未満となるまで、計算中の色合いレベルが増分的に明るく（より透明に）される。判定結果がいいえとなった場合、モジュールＢ１５５６で行われるように、計算中の色合いが増分的に段階的により暗くされる。モジュールＣが色合いレベルを出力する。ロジック１５６２は、モジュールＣからの色合いレベルが最終色合いレベルであると決定し、この最終色合いレベル（モジュールＣからの色合いレベル）を窓コントローラ１４１０のスケジュールロジック１５１８に返す。

【０１９８】

一態様では、モジュール１　１４０６はまた、ゾーン内の色合い調節可能な窓を通る日光の強度および方向に対する周囲環境の影響を予測することができる第４のモジュールＤを含み得る。例えば、隣接する建物または他の構造物が建物を遮り、何らかの光が窓を通過するのを妨げることがある。別の例として、隣接する建物の反射面（例えば、雪、水などを有する面）または建物を囲む環境内の他の面が、光を色合い調節可能な窓に反射することがある。この反射光が、色合い調節可能な窓に入射する光の強度を増大させ、占有者の空間にグレアを引き起こすことがある。モジュールＤによって予測された日光の強度および方向の値に応じて、モジュールＤは、モジュールＡ、Ｂ、およびＣからの決定された色合いレベルを修正することができる、または、例えば、ゾーン／グループデータ内の侵入深さ計算値または代表的な窓の受光角などの、モジュールＡ、Ｂ、およびＣからの特定の決定を修正することができる。

【０１９９】

場合によっては、現地調査を行って建物の周囲の環境を決定してもよく、および／または１つ以上のセンサーを使用して周囲環境の影響を決定してもよい。現地調査からの情報は、ある期間（例えば、１年）の間の反射率および遮蔽（包囲）効果の予測に基づく静的情報であってもよく、または定期的または他の時限ベースで更新され得る動的情報であってもよい。ある場合には、モジュールＤは、現場調査を用いて、ゾーン／グループデータから検索された各ゾーンの代表的な窓の（図２０に示された）標準的な受光角ならびに関連付けられた$\theta_1$および$\theta_2$を修正することができる。モジュールＤは、予測制御ロジックの代表的な窓他のモジュールに関するこの修正された情報を通信することができる。周囲環境の影響を判定するためにモジュールＤによって利用される１つ以上のセンサーは、他のモジュールによって（たとえばモジュールＣによって）使用されるものと同じセンサーであってもよい、または異なるセンサーであってもよい。これらのセンサーは、モジュールＤのために周囲環境の影響を判定するように特別に設計されてもよい。

【０２００】

図１８に示される予測制御ロジックを操作するために、ユーザーはまず、時刻および日付、ゾーン、センサー、および使用されるプログラムの詳細を有するスケジュールを作成する。あるいは、デフォルトのスケジュールを提供してもよい。スケジュールが設定される（格納される）と、特定の時間間隔（１分、５分、１０分ごとなど）で、時刻部分１５１０が、現在の時刻と、スケジュール内の代表的な窓または各ゾーン内のＥＣデバイス（複数可）４００の移行時間とに基づいて、将来の時刻を決定する。ゾーン／グループデータ１５０８およびサイトデータ１５０６を使用して、太陽位置計算機１５１２が、スケジュール内の各ゾーンの各代表的な窓に対する将来（ルックアヘッド）の時刻における太陽

位置を決定する。ユーザーによって作成されたスケジュールに基づいて、インテリジェンスロジック１５２０を使用して、スケジュール内の各ゾーンについて、どのプログラムを利用するかが決定される。各ゾーンについて、スケジュールに入れられたプログラムが利用されて、その将来の時刻に適切な色合いレベルを予測する。オーバーライドが設定されている場合、オーバーライドが使用される。オーバーライドが設定されていない場合、プログラムによって決定された色合いレベルが使用される。各ゾーンについて、窓コントローラ１４１０は、スケジュールに入れられたプログラムによって決定されたゾーン固有の色合いレベルを有する制御信号を、関連付けられたＥＣデバイス（複数可）４００に送信して、そのゾーン内の色合い調節可能な窓（複数可）の色合いレベルを、将来の時刻までに移行させる。

【０２０１】

ＶＩＩＩ．占有率ルックアップテーブルの実施例

図２０は、占有率ルックアップテーブルの一実施例を含む図である。テーブル内の色合いレベルは、$T_{vis}$（可視透過率）に関する。テーブルは、特定の空間タイプについての、および太陽の角度$\theta_{Sun}$が$\theta_1$＝３０度と$\theta_2$＝１２０度との間の窓の受光角の間にあるときの、計算された侵入深さ値（２フィート、４フィート、８フィート、および１５フィート）の異なる組み合わせに対する異なる色合いレベル（$T_{vis}$値）を含む。このテーブルは、４％（最も明るい）、２０％、４０％、および６３％の４つの色合いレベルに基づいている。図２０はまた、窓の近くの机、および$\theta_1$の角度と$\theta_2$の角度との間の角度$\theta_{Sun}$を有する日光に対する窓の受光角の図を示す。この図は、太陽の角度$\theta_{Sun}$と机の位置との間の関係を示す。太陽の角度$\theta_{Sun}$が$\theta_1$と$\theta_2$との間の受光角の間にあるとき、日光は机の表面に当たることができる。太陽の角度$\theta_{Sun}$が$\theta_1$と$\theta_2$との間の受光角の間にあり（$\theta_1 < \theta_{Sun} < \theta_2$の場合）、かつ侵入深さが、窓を色合い調節するための基準を満足する場合、占有率ルックアップテーブルによって決定されたその色合いのレベルが窓コントローラに送信され、窓コントローラが制御信号を窓内のＥＣデバイスに送信して、窓を、決定された色合いレベルに移行させる。これらの２つの角度、$\theta_1$および$\theta_2$は、各窓について計算または測定し、そのゾーンに対する他の窓パラメータと共に、ゾーン／グループデータ１５０８内に格納することができる。

【０２０２】

図２１Ａ、図２１Ｂ、および図２１Ｃは、実施形態による、建物２１００の一部分の平面図である。建物２１００は、いくつかの点で図１５の建物１１０１と類似であってもよく、建物２１００内の部屋は、いくつかの点で図５、６Ａ、６Ｂ、および６Ｃで説明された部屋５００と類似であってもよい。建物２１００のこの部分は、オフィス内の机、１グループのキュービクル、および建物２１００内の会議室を含む３つの異なる空間タイプを含む。図２１Ａ、２１Ｂ、および２１Ｃは、異なる角度$\theta_{Sun}$の太陽を示す。これらの図はまた、建物２１００内の異なる種類の窓の異なる受光角も示す。例えば、最も大きい窓を有する会議室は、部屋内への最も多くの光の入射を可能にする最大の受光角を有するであろう。この例では、関連付けられた占有率ルックアップテーブル内の$T_{vis}$値は、会議室に対しては比較的低く（低透過率）でもよい。しかしながら、同じ受光角を有する同様の窓が、代わりにサンルームにあった場合、関連付けられた占有率ルックアップテーブル内の$T_{vis}$値は、より多くの日光が部屋に入ることを可能にするために、より高い値（より高い透過率）である可能性がある。

【０２０３】

ＩＸ．サブシステム

図２２は、実施形態による、色合いレベルまたはより色合い調節可能な窓を制御するために使用される窓コントローラに存在し得るサブシステムのブロック図である。例えば、図１７に示された窓コントローラは、プロセッサ（例えば、マイクロプロセッサ）およびプロセッサと電子通信するコンピュータ可読媒体を有し得る。

【０２０４】

他のセクションの図に示された様々な構成要素は、本明細書に記載の機能を容易にする

ために、本セクションのサブシステムの１つ以上を使用して動作することができる。図中の構成要素のいずれも、本明細書に記載の機能を容易にするために、任意の好適な数のサブシステムを使用することができる。そのようなサブシステムおよび／または構成要素の例が図２２に示されている。図２２に示されたサブシステムは、システムバス２６２５を介して相互接続されている。プリンタ２６３０、キーボード２６３２、固定ディスク２６３４（またはコンピュータ可読媒体を含む他のメモリ）、ディスプレイアダプタ２６３８に結合されたディスプレイ２４３０、およびその他などの追加のサブシステムが示されている。Ｉ／Ｏコントローラ２６４０に結合された周辺機器および入出力（Ｉ／Ｏ）デバイスは、シリアルポート２６４２などの当技術分野で知られている任意の数の手段によってコンピュータシステムに接続され得る。例えば、シリアルポート２６４２または外部インターフェース２６４４を使用して、コンピュータ装置をインターネットなどの広域ネットワーク、マウス入力デバイス、またはスキャナに接続することができる。システムバスを介する相互接続により、プロセッサ２４１０は、各サブシステムと通信して、システムメモリ２６４６または固定ディスク２６３４からの命令の実行、ならびにサブシステム間の情報の交換を制御することができる。システムメモリ２６４６および／または固定ディスク２６３４は、コンピュータ可読媒体を具現化し得る。これらの要素のうちの任意のものが、前述の機能内に存在し得る。

【０２０５】

いくつかの実施形態では、１つ以上のシステムのプリンタ２６３０またはディスプレイ２４３０などの出力装置は、様々な形態のデータを出力することができる。例えば、システム１４００は、ユーザーに対して、ディスプレイ上にスケジュール情報を出力することができる。

【０２０６】

Ｘ．急激に変化する条件に基づいて色合い調節決定を行うためのフィルタ（複数可）

いくつかのシステムでは、色合い調節可能な窓を特定の最終状態に色合い調節するための決定がなされると、その窓は、その最終状態に到達するまで、移行を完了することに専念する。このようなシステムは、移行中に最終色合い状態を調整することができず、移行が完了するまで待つことしかできない。これらのシステムによって不適切な最終色合い状態が選択された場合、窓は、移行サイクルの間、およびさらには窓をより適切な色合いレベルに移行させるのにかかる任意の時間の間、この不適切な色合いレベルに専念する。例えば、色合い付け／透明化時間は５～３０分かかるので、不適切な選択は、相当な期間にわたって不適切な色合いレベルに窓を拘束することになり得、それにより状況が、占有者に不快なものになる可能性がある。

【０２０７】

急激に変化する条件（例えば、晴れた日の断続的な雲、来たり去ったりする霧堤、霧が消えて差す日差しなどの天候の変化）が長い移行時間と組み合わさって、いくつかの制御方法が、最終色合い状態の間を「跳ねる」ことになる可能性がある。さらに、そのような制御方法は、方法が移行に取り組んだ直後に変化する条件に基づいて最終色合いレベルを決定する可能性があり、この場合、窓は、移行が完了するまで、不適切な色合いレベルに拘束される。例えば、斑雲のある、ほとんど晴れの日を考える。制御方法は、雲が通り過ぎるときの照度値の低下に反応する可能性があり、値が跳ね上がったときに、グレア条件が存在することがある。雲が急速に過ぎ去っても、窓は、少なくとも移行イクルの間、不適切な低い最終色合い状態への移行に専念する。この時間中、太陽放射が部屋に入り、これにより部屋が占有者にとって不快なほど暖かくなる可能性がある。

【０２０８】

急速に変化する気象条件の一例が、消散して日が差すようになる朝霧である。図２３は、霧で始まって、その日の遅くに急速に消散して日差しが差すようになる１日に採取された、センサーの照度読み取り値のグラフである。特定の制御システムは、朝霧の間の低い照度読み取り値に基づいて、１日の初めに低い色合いレベルを決定するであろう。この低い色合いレベルは、霧が消散した後に天気が急速に晴天に移行する期間に対しては、不適

切に低いであろう。この例では、晴天に対してより適切なより高い色合いレベルは、かなりの期間（例えば、霧が消散した後３５～４５分間）にわたって決定されない可能性がある。急速に変化する条件の別の例が、例えば、駐車している車または隣接する建物の窓のような物体からの反射の到来である。

【０２０９】

本明細書に記載の特定の実施形態は、急速に変化する条件に対応する色合い調整の決定を行うために、複数のフィルタを使用する窓制御方法を含む。場合によっては、これらのフィルタを使用して、現在の移行サイクルの間により適切な最終色合い状態を決定して、窓の色合いレベルを現在の条件に適切なレベルに調整することができる。１つの種類のフィルタが、複数のセンサーの経時的にサンプリングされた照度値読み取り値を使用するボックスカーフィルタ（スライディングウィンドウフィルタと呼ばれることもある）である。ボックスカー値は、多数（ｎ個）の連続するセンサーサンプル（経時的に測定された照度値読み取り値）の計算された中心傾向（例えば、代表値、平均値、または中央値）である。通常、センサーサンプルは、（例えば建物の外側に位置付けられたセンサーによる）外部放射の測定値である。場合によっては、単一のセンサーを使用して、建物の特定のゾーン内の窓などの複数の窓について、センサーサンプルを採取することができる。センサーは一般に、サンプリングレートに基づいて、一定の頻度で定期的に読み取りを行う。例えば、センサーは、約３０秒ごとに１つのサンプル～２０分ごとに１つのサンプルの範囲のサンプリングレートで、サンプルを採取することができる。一実施形態では、センサーは、毎分１つのサンプルの割合でサンプルを採取する。場合によっては、１つ以上のタイマーが制御方法によって使用されて、ボックスカー値を使用して決定された現在の設定に色合いを維持することもできる。

【０２１０】

特定の態様では、制御方法は、短期ボックスカーおよび１つ以上の長期ボックスカー（フィルタ）を使用して、色合い調節の決定を行う。短いボックスカー（例えば、１０分間、２０分間、５分間などにわたって取得されたサンプル値を利用するボックスカー）は、長いボックスカー（例えば、１時間、２時間などにわたって取得されたサンプル値を利用するボックスカー）のより多い数のセンサーサンプル（例えば、ｎ＝１０、２０、３０、４０など）に比べて、より少ない数のセンサーサンプル（例えば、ｎ＝１、２、３、...、１０など）に基づいている。ボックスカー（照度）値は、ボックスカー内のサンプル値の平均値、代表値、中央値、または他の代表的な値に基づいてもよい。ある場合、短いボックスカー値は、センサーサンプルの中央値であり、長いボックスカー値は、センサーサンプルの代表値である。短いボックスカー値はより少ない数のセンサーサンプルに基づいているため、短いボックスカー値は、長いボックスカー値よりも現在のセンサー読み取り値により密接に追従する。したがって、短いボックスカー値は、長いボックスカー値よりも、急速に変化する条件により迅速に、およびより大きな程度で応答する。計算された短いおよび長いボックスカー値の両方がセンサー読み取り値よりも遅れるが、短いボックスカー値は、長いボックスカー値よりも少ない程度で遅れる。

【０２１１】

多くの場合、短いボックスカー値は、長いボックスカー値よりも迅速に、現在の条件に反応する。これに基づいて、長いボックスカーフィルタは、頻繁な短期の気象変動に対する窓コントローラの応答を平滑化するために使用することができる一方、短いボックスカーは、同様に平滑化は行わないが、急速で著しい気象変化により迅速に応答する。通過する雲の条件の場合、長いボックスカー値のみを使用する制御アルゴリズムは、現在の通過する雲の条件に迅速に反応しないであろう。この場合、長いボックスカー値は、適切な高い色合いレベルを決定するための色合い調節の決定に使用されるべきである。霧が消散する条件の場合、色合い調節の決定に短期ボックスカー値を使用することがより適切であり得る。この場合、短期ボックスカーは、霧が消散した後の新たな日当たりの良い状態に、より迅速に反応する。短期ボックスカー値を使用して色合い調節の決定を行うことにより、色合い調節可能な窓は、霧が急速に消散したときに、日差しの良い条件に迅速に調整し

て占有者を快適に保つ。

【０２１２】

特定の態様では、制御方法は、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の差を評価して、どちらのボックスカー値を色合い調節の決定に使用するかを決定する。例えば、差（短期ボックスカー値－長期ボックスカー値）が正であり、かつ第１の（正の）閾値（例えば、２０Ｗ／ｍ$^2$）を超える場合、短期ボックスカーの値を使用して色合いレベル（状態）を計算することができる。正の値は通常、明るくなる（すなわち、窓の外側の放射強度が増加する）方への移行に対応する。いくつかの実装例では、正の閾値を超えたときに第１のタイマーが設定され、その場合、現在計算されている色合いレベルが、第１のタイマーの所定の時間にわたって維持される。第１のタイマーを使用すると、窓をより色合いが付いた状態に保持して、占有者を煩わせる可能性のある過度に頻繁な移行を防止することにより、グレア制御に有利である。一方、短いカー値と長いカー値との間の差が第１の正の閾値未満であるか、または負である場合、長期ボックス値が使用されて、次の色合い状態を計算する。そして、差が負であり、かつ第２の負の閾値よりもさらに負である場合、第２のタイマーが設定され得る。場合によっては、正の閾値は、約１ワット／ｍ$^2$～２００ワット／ｍ$^2$の範囲にあり、負の閾値は、約－２００ワット／ｍ$^2$～－１ワット／ｍ$^2$の範囲にある。長いボックスカーに基づいて計算された色合い値は、第２のタイマーの所定の時間の間維持される。制御方法がどちらのボックスカー値を使用するかを決定すると、方法は、ボックスカー値が上限を上回っているか、下限を下回っているか、あるいは上限と下限との間にあるかに基づいて、色合い調節の決定を行うであろう。上限を上回る場合、モジュールＡおよびＢ（場合によってはＢのみ）が使用されて、色合いレベルの変更を決定する。下限を上回り、かつ上限を下回る場合、モジュールＡ、Ｂ、およびＣ（場合によってはＢおよびＣのみ）が使用されて、色合いの変更を決定する。下限を下回る場合、定義された色合いレベルが適用される（たとえば、公称透明）。場合によっては、下限は、５ワット／ｍ$^2$～２００ワット／ｍ$^2$の範囲内にあり得、上限は、５０ワット／ｍ$^2$～４００ワット／ｍ$^2$の範囲内にあり得る。

【０２１３】

図２４Ａは、図７に示された制御ロジックの特定の実装例を示すフローチャート３６００である。ステップ３６１０で、制御方法は、現在の時刻が日の出から日没の間にあるかどうかを判定する。ステップ３６１０において現在の時刻が日の出前または日没後のいずれかである場合、制御方法は、色合い調節可能な窓内の色合いを透明にし、ステップ３９２０に進んで、オーバーライドがあるかどうかを判定する。ステップ３６１０において現在の時刻が日の出と日没との間にあると判定された場合、制御方法は、太陽の方位が臨界角の間にあるかどうかを判定する（ステップ３６２０）。特定の制御方法が単一の色合い調節可能な窓に関して説明されているが、これらの制御方法は、１つ以上の色合い調節可能な窓、または１つ以上の色合い調節可能な窓のゾーンを制御するために使用され得ることが理解されるであろう。

【０２１４】

図２５Ｂは、机を有する部屋、および部屋の色合い調節可能な窓を通って照る太陽の臨界角を示す。太陽の方位が臨界角内にある場合、太陽のグレアは、机に向かって座っている占有者によって画定される占有領域を照らしている。図２５Ｂでは、太陽の方位は、図示の臨界角の外側に示されている。

【０２１５】

図２４Ａのフローチャートに戻ると、ステップ３６２０において、太陽方位が臨界角の外側にあると判定された場合、モジュールＡは使用されず、モジュールＢがステップ３８００で使用される。太陽方位が臨界角の間にあると判定された場合、モジュールＡがステップ３７００で使用され、次にモジュールＢがステップ３８００で使用される。ステップ３８２０で、制御方法は、センサー値が閾値１を下回っているか、それとも閾値２を上回っているかを判定する。センサー値が閾値１を下回っている、または閾値２を上回っている場合、モジュールＣ（ステップ３９００）は使用されない。センサー値が閾値１を上回

っており、かつ閾値２を下回っている場合、モジュールＣが使用される。いずれの場合も、制御方法はステップ３９２０に進み、オーバーライドが設定されているかどうかを判定する。

【０２１６】

図２４Ｂは、早朝は曇り（例えば、霧）でその日の遅くに日が照る（晴天）の１日の間に採取された、センサーからの照度読み取り値のグラフである。示されるように、照度読み取り値は午前７時前に下限を下回っており、下限を上回って次いで上限を上回って上昇し、その後午前１０時以降に雲が消えるにつれて、その日の遅くに照度読み取り値がはるかに高くなる。センサーが午前７時前に下限（例えば、１０ワット／ｍ$^2$）未満の照度レベルを読み取る間、色合い調節可能な窓を通る放射の量は、占有者の快適さに影響を及ぼすのに十分なほど多くはない。この場合、色合いレベルの再評価は行う必要はなく、定義済みの色合いレベル（例えば最大窓透過率）が適用される。午前７時を過ぎて午前１０時までセンサーが下限と上限（例えば、１００ワット／ｍ$^2$）との間を読み取る間、モジュールＡ、Ｂ、およびＣが使用されて、最終色合い状態を計算する。午前１０時以降センサーが上限（例えば、１００ワット／ｍ２）を上回って読み取りを行う間、モジュールＡおよびＢが使用されて、最終色合い状態を計算する。

【０２１７】

図２５Ａは、いくつかの実施形態による、短いボックスカー値および長いボックスカー値を使用して色合い調節の決定を行う制御方法のフローチャート４０００である。このフローチャートは、１つの短期ボックスカー値および１つの長期ボックスカー値を使用して示されているが、他の実施形態は、例えば、第２の長期ボックスカー値などの１つ以上のボックスカー値を含み得る。例示の制御方法は、照度値のセンサー読み取り値を定期的に受信して、長期および短期ボックスカー値を更新する。タイマーが設定されている場合、現在の色合いレベルは、現在の色合い設定に維持される。この方法は、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の差を評価して、どちらのボックスカー値を、色合い調節の決定における照度値として使用するかを決定する。これらの値の間の差が閾値よりも大きい場合、短期ボックスカー値が使用され、第１のタイマーが設定されて、その間現在の色合い設定が維持される。これらの値の差が閾値よりも小さい場合、長期ボックスカー値が使用され、（差の大きさに応じて）別のタイマーが設定され得る。方法は、以前に決定されたボックスカー値を照度値として使用して、照度値が下限を下回っているかどうかを判定し、下回っている場合、所定の色合いレベル（例えば、公称透明）が適用される。照度値が上限を上回っている場合、方法は、太陽が臨界角の外側にあるかどうかを判定する。

【０２１８】

図２５Ｂは、机を有する部屋、および机に向かって座っている占有者によって画定される占有領域内に太陽からのグレアが照っている部屋の臨界角を示す。図では、太陽は臨界角の外側にある。方法が、太陽が臨界角の外側にあると判定した場合、モジュールＢのみが使用されて、色合いレベルを決定する。臨界角内にある場合、モジュールＡおよびＢが使用されて、色合いレベルを決定する。照度値が下限を上回り、かつ上限を下回る場合、方法は、太陽が臨界角の外側にあるかどうかを判定する。臨界角の外側にある場合、モジュールＢおよびＣが使用されて、色合いレベルを決定する。臨界角内にある場合、モジュールＡ、Ｂ、およびＣが使用されて、色合いレベルを決定する。

【０２１９】

より具体的には、図２５Ａを再び参照すると、ステップ４０１０において、照度値のセンサー読み取り値（例えば、外部放射の読み取り値）がセンサーによって送信され、プロセッサによって受信される。一般に、センサーは一定の速度で定期的にサンプルを採取する（例えば、毎分１つのサンプルを採取する）。ステップ４０１２で、長期および短期ボックスカー照度値が、受信されたセンサー読み取り値で更新される。言い換えれば、ボックスカーフィルタ内の最も古い読み取り値が最も新しい読み取り値に置き換えられ、新しいボックスカー照度値が、通常、ボックスカー内の読み取りの中心傾向として計算される

。

【０２２０】

ステップ４０２０で、タイマーが設定されているかどうかが判定される。タイマーが設定されている場合、ステップ４０２２で現在の色合い設定が維持され、プロセスはステップ４０１０に戻る。言い換えれば、プロセスは新しい色合いレベルを計算しない。タイマーが設定されていない場合、短期ボックスカー照度値と長期ボックスカー照度値との間の差（Δ）の大きさおよび符号が、ステップ４０３０で決定される。すなわち、Δ＝短期ボックスカー値－長期ボックスカー値。

【０２２１】

ステップ４０４０で、Δが正であり、かつ第１の正の閾値よりも大きいかどうかが判定される。Δが正であり、かつ第１の閾値よりも大きい場合、システムの照度値は短期ボックスカー照度値に設定され、第１のタイマーがステップ４０４２で設定され、方法はステップ４０５０に進む。Δが正であるが、第１の正の閾値より大きくない場合、ステップ４０４４で、システムの照度値が長期ボックスカー照度値に設定される。ステップ４０４６で、Δが第２の負のしきい値よりもさらに負であるかどうかが判定される。Δが第２の負の閾値よりもさらに負である場合、４０４８で第２のタイマーが設定され、方法はステップ４０５０に進む。そうでない場合、方法は直接ステップ４０５０に進む。

【０２２２】

ステップ４０５０で、システムの設定照度値が下限未満であるかどうかが判定される。システムの設定照度値が下限未満である場合、ステップ４０５２で所定の色合いレベル（例えば、公称透明）が適用され、プロセスはステップ４０１０に戻る。システムの設定照度値が下限よりも大きい場合、ステップ４０６０で、システムの設定照度値が上限よりも大きいかどうかが判定される。システムの設定照度値が上限よりも大きいと判定された場合、４０７０で、太陽方位が臨界角の外側にあるかどうかが判定される。太陽が臨界角の外側にない場合、モジュールＡおよびＢが使用されて、色合い調整可能な窓に適用される最終色合いレベルを決定し、プロセスはステップ４０１０に戻る。太陽が臨界角の外側にある場合、ステップ４０７４でモジュールＢだけが使用されて、最終色合い状態を決定し、プロセスはステップ４０１０に戻る。ステップ４０６０で、システムの設定照度値が上限よりも大きくないと判定された場合、４０８０で、太陽が臨界角の外側にあるかどうかが判定される。太陽が臨界角の外側にない場合、ステップ４０８２でモジュールＡ、Ｂ、およびＣが使用されて、色合い調節可能な窓に適用される最終色合いレベルを計算し、プロセスはステップ４０１０に戻る。太陽が臨界角の外側にある場合、ステップ４０９０でモジュールＢおよびＣのみが使用されて、色合い調節可能な窓に適用される最終色合いレベルを計算し、プロセスはステップ４０１０に戻る。

【０２２３】

図２６Ａは、普通の１日の間のセンサー読み取り値、および図２５Ａを参照して説明された制御方法によって決定される関連付けられた色合い状態に関連する２つのグラフを示す。下側のグラフは、参考のために、時間ｔにわたる晴天照度値の鐘形の曲線を含む。この特定の鐘形の曲線は、９０度（東）～２７０度（西）の臨界角を有する南向きの窓（すなわち、鐘が、夜明けから夕暮れまでの時間スケールでほぼ中央に置かれているため）で測定された値の例であろう。下側のグラフはまた、天気が定期的に晴天からそれる１日の間に、時間ｔにわたって採取されたセンサー読み取り値の曲線も含む。センサー読み取り値は通常、外部放射の測定値である。下側のグラフはまた、時刻ｔにおいて計算された、更新された短いボックスカー値および長いボックスカー値の曲線も含む。これらの値は通常、時刻ｔにおいて更新されたボックスカー内のサンプルの中心傾向として計算される。センサー読み取り値の曲線は、４つの雲１、２、３、および４の通過時における照度の低下、およびその後雲の各々が通過した後に日照に戻ることも示している。短いボックスカーの曲線は、センサー読み取り値の曲線に追従し、４つの雲による照度の低下に迅速に反応する。長いボックスカー値は、照度のセンサー読み取り値の低下に遅れを取り、雲による照度のこれらの低下に、短いボックスカー値と同程度には反応しない。上側のグラフは

、時間ｔにおける、制御方法によって決定された、色合い調節可能な窓を通る色合い状態の透過率（$T_{vis}$）を示す。事象０の直前まで、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の正の差は、第１の（正の）閾値（例えば、２０ワット／$m^2$）未満であり、照度値は、更新された長いボックスカー値に設定される。照度値が下限を下回っているので、６０％の$T_{vis}$に関連付けられた定義済みの色合いレベル（公称透明状態）が適用される。示されるように、制御方法は、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の正の差が第１の正の閾値（例えば、２０ワット／$m^2$）より大きくなるまで６０％の$T_{vis}$を適用し、その後照度値が、短いボックスカー値に設定される（事象０）。このとき、タイマー１が設定され、事象０で計算された色合い状態が、雲１が通過する直後にタイマー１が時間切れになるまで維持される。（短いボックスカー値に基づく）照度値が下限より大きくかつ上限未満であり、かつ太陽が臨界角内にあるので、モジュールＡ、Ｂ、およびＣが使用されて、２０％の$T_{vis}$に対応する事象０における色合いレベルを決定する。その後、短期ボックスカーの値が上側のレベルを通過し、モジュールＡおよびＢのみに基づく計算をトリガする。ただし、タイマー１が設定されているため、色合いレベルに変化は起こらない。雲１が通過する時刻の直後に、タイマー１が時間切れになる。このときから雲３の直前まで、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の正の差は第１の正の閾値よりも大きく、照度値は、更新された短期ボックスカー値に設定される。この間、（更新された短期ボックスカー値に基づく）照度値は上限を上回ったままであり、太陽は臨界角内に留まるため、色合いレベルを決定するためにモジュールＡおよびＢが使用されて、これらのモジュールが、４％の$T_{vis}$に対応する色合いレベルを計算する。雲３では、長いボックスカー値が短いボックスカー値よりも大きく、差が今度は負であるため、照度値は、長いボックスカー値に設定される。差が第２の負の閾値よりもさらに負ではないので、タイマーは設定されない。照度値が上限よりも大きく、かつ太陽が臨界角の外側にあるので、４％の$T_{vis}$に対応する色合いレベルを決定するために色合いレベルを決定するために、モジュールＡおよびＢが再び使用される。雲４では、長いボックスカー値が再び、短いボックスカー値よりも大きく、差が、負の閾値よりもさらに負ではない。このとき、照度値は、更新された長いボックスカー値に設定されるが、タイマーは設定されない。照度値が下限より大きくかつ上限未満であり、太陽が臨界角内にあるので、色合いレベルを決定するためにモジュールＡ、Ｂ、およびＣが使用され、これらのモジュールが、４％の$T_{vis}$に対応する色合いレベルを計算する。

【０２２４】

図２６Ｂは、間欠的な急上昇を伴う曇った１日の間のセンサー読み取り値と、図２５Ａを参照して説明された制御方法によって決定された、関連付けられた色合い状態とに関連する２つのグラフを示す。下側のグラフは、曇った１日にわたる、時間ｔにおけるセンサー読み取り値を示す。下側のグラフはまた、参考のために、時間ｔにわたる晴天照度値の鐘形の曲線を含む。下側のグラフはまた、時刻ｔにおいて計算された、更新された短いボックスカー値および長いボックスカー値の曲線も含む。センサー読み取り値の曲線は、状況が、午前中はポイント３まで曇りであり、ポイント３で短期間、２つの低下を伴って日当たりがよくなった後に、ポイント４で再び曇ることを示している。上側のグラフは、時間ｔにおいて制御方法によって計算された、色合い調節可能な窓を通る色合い状態の透過率$T_{vis}$を示す。ポイント１の前では、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の正の差が第１の正の閾値未満であり、照度値は、長いボックスカー値に設定される。照度値が下限を下回っているので、６０％の$T_{vis}$に関連付けられた所定の色合いレベル（例えば、公称透明）が適用される。ポイント１において、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の差が正であり、かつ第１の正の閾値未満であり、照度値は、更新された長いボックスカー値に設定される。この場合、照度値は下限と上限の間にあり、早朝で太陽が臨界角の外側にあるため、モジュールＡを使用して部屋内へのグレアの入射を判断する必要はない。この場合、モジュールＢおよびＣのみが使用され、これらのモジュールが、窓を暗くするために、４０％の$T_{vis}$で色合いレベルを計算する。ポイント２では、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の差が正であり、かつ第１の正の

閾値未満であり、照度値は、更新された長いボックスカー値に設定される。このポイントでは、まだ早朝であり、太陽は、臨界角の外側にある。照度値は、ポイント１におけるよりは高いが、なお上限と下限との間にあり、モジュールＢおよびＣが、窓をさらに暗くするために、２０％の$T_{vis}$で色合いレベルを決定する。ポイント３では、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の差が正であり、かつ閾値よりも大きいので、照度値は、更新された短いボックスカー値に設定され、タイマー１が設定される。照度値が上限を上回っており、かつ太陽が臨界角内にあるので、モジュールＡおよびＢが使用されて、４％の$T_{vis}$に対応する色合いレベルまで色合いを増加させることを決定する。タイマーの長さの間、色合い状態は維持される。ポイント４の直前で、タイマー１が時間切れになる。ポイント４では、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の正の差が第１の正の閾値よりも大きく、照度値は、更新された短いボックスカー値に設定される。照度値が上限を上回っており、かつ太陽が、この時刻において臨界角の外側にあるので、モジュールＢのみが使用されて、４０％の$T_{vis}$に対応する色合いレベルを決定する。ポイント５では、短期ボックスカー値と長期ボックスカー値との間の正の差が第１の閾値未満であり、照度値は、更新された長いボックスカー値に設定される。タイマーは設定されない。この１日の遅いポイントでは、照度値が下限を下回っており、かつ太陽が臨界角の外側にあるので、モジュールＢおよびＣが使用されて、６０％の$T_{vis}$に対応する色合いレベルを決定する。

【０２２５】

図２７Ａは、１日の間の時刻ｔにおいて決定された、センサー読み取り値、短いボックスカー値、および長いボックスカー値を含む照度値のプロットである。図２７Ｂは、図２７Ａのセンサー読み取り値、ならびに１日の間の関連付けられた、モュールＢによって決定された色合いレベル、およびモジュールＣによって決定された色合いレベルのプロットである。

【０２２６】

いくつかの態様では、長いボックスカー値は、センサー読み取り値で更新され、当日中は絶対にリセットされない。センサーの測定値が１日の間に大幅に変化する場合（例えば、暴風雨前線が到着した場合）、これらの長いボックスカー値は、センサー読み取り値の急激な変化に大幅に遅れを取り、急激な変化を反映しないであろう。たとえば、長いボックスカー値は、外部照度の大幅な低下後のセンサー読み取り値よりも大幅に高くなる。これらの高い、長いボックスカー値が使用されて色合いレベルが計算される場合、長いボックスカーがより最新のセンサー読み取り値をロードする時間を有するまで、窓が過大に色合い調節される可能性がある。特定の態様では、制御方法は、長いボックスカーがより最新のセンサー読み取り値をロードされ得るように、照度の急激な変化後に長いボックスカーをリセットする。図２８Ａおよび２８Ｂは、長いボックスカーのローディングをリセットする制御方法の図である。他の態様では、制御方法は、照度条件の著しい変化で開始される第２の長いボックスカーを使用する。図２９Ａおよび２９Ｂは、第２の長いボックスカーを有する制御方法の図である。これらの場合、制御方法は、現在のセンサー読み取り値により近い長いボックスカー値を使用することができ、照度の急激な低下後に窓を過大に色合い調節することを回避し得る。

【０２２７】

図２８Ａは、実施形態による、長いボックスカーのローディングをリセットする制御方法のフローチャート５０００である。センサー読み取り値の急激な低下後に、長いボックスカーはリセットされ、現在のセンサー読み取り値の再ローディングを開始する。短いボックスカー値と長いボックスカー値との間の負の差が第２の負の閾値よりもさらに負であるとき、長いボックスカーがリセットされる。すなわち、負の閾値よりもさらに負である負の差は、センサー読み取り値の急激な変化を示す。同時に、制御方法は第２のタイマーを起動する。制御方法は、リセットされた長いボックスカー値を使用して、第２のタイマーの間維持される色合いレベルを計算する。条件が急激に変化すると、長いボックスカーが新しいセンサー読み取り値で再ロードを開始するので、長いボックスカーの値は、しば

らくの間、センサー読み取り値に密接に追従し、制御方法は、急激な変化後に現在変化しているセンサー読み取り値に密接に対応する色合いレベルを決定するであろう。

【０２２８】

より具体的には、図２８Ａを参照すると、ステップ５０１０で、センサー読み取り値がセンサーによって送信され、プロセッサによって受信される。ステップ５０１２で、長期および短期ボックスカー照度値が、受信されたより最新のセンサー読み取り値で更新される。ステップ５０２０でタイマーが設定されていると判定された場合、ステップ５０２２で現在の色合い設定が維持されて、プロセスはステップ５０１０に戻る。ステップ５０２０でタイマーが設定されていないと判定された場合、短期および長期ボックスカー照度値間の差（Δ）の大きさおよび符号が、ステップ５０３０で判定される。すなわち、Δ＝短期ボックスカー値－長期ボックスカー値。ステップ５０３０で、Δが正であり、かつ第１の正の閾値よりも大きいと判定された場合、照度値は短期ボックスカー照度値に設定され、第１のタイマーがステップ５０４２で設定され、方法はステップ５０５０に進む。ステップ５０３０で、Δが正でありかつ正の閾値未満である、または負の値であると判定された場合、ステップ５０４４で、照度値が、長期ボックスカー照度値に設定される。ステップ５０４６で、Δが第２の負の閾値よりもさらに負であるかどうかが判定される。Δが第２の閾値よりもさらに負である場合、照度の著しい低下を示している。この場合、ステップ５０４８で、第２のタイマーが設定され、長いボックスカーがリセットされて（値が取り出されて空になり）再びローディングを開始し、方法はステップ５０５０に進む。Δが第２の負の閾値よりもさらに負ではない場合、方法は直接ステップ５０５０に進む。ステップ５０５０で、設定照度値が下限未満であるかどうかが判定される。下限未満である場合、ステップ５０５２で、定義済みの色合いレベル（例えば、公称透明）が適用され、プロセスはステップ５０１０に戻る。システムの設定照度値が下限よりも大きい場合、ステップ５０６０で、システムの設定照度値が上限よりも大きいかどうかが判定される。システムの設定照度値が上限よりも大きいと判定された場合、５０７０で、太陽方位が臨界角の外側にあるかどうかが判定される。太陽が臨界角内にある場合、モジュールＡおよびＢが使用されて、色合い調節可能な窓に適用される最終色合いレベルを決定し、プロセスはステップ５０１０に戻る。太陽が臨界角の外側にある場合、ステップ５０７４でモジュールＢだけが使用されて、最終色合い状態を決定し、プロセスはステップ５０１０に戻る。ステップ５０６０で、システムの設定照度値が上限よりも大きくないと判定された場合、５０８０で、太陽が臨界角の外側にあるかどうかが判定される。太陽が臨界角内にある場合、ステップ５０８２でモジュールＡ、Ｂ、およびＣが使用されて、色合い調節可能な窓に適用される最終色合いレベルを決定し、プロセスはステップ５０１０に戻る。太陽が臨界角の外側にある場合、ステップ５０９０で、モジュールＢおよびＣのみが使用されて、色合い調節可能な窓に適用される最終色合いレベルを計算し、プロセスはステップ５０１０に戻る。

【０２２９】

図２８Ｂは、１日の一部分の間の時間ｔの間のセンサーの読み取り値およびボックスカー値のシナリオを示す。このシナリオは正午に明るく晴れる日（５００Ｗ／ｍ$^2$）を想定しており、ボックスカーの曲線は、計算が５分ごとに継続する中で、この時刻の大部分にわたって、ほとんど同じ軌道を共に進んでいる。第１の垂直な点線の黒いライン（５分間隔の定期的な計算）では、センサー読み取り値の若干の低下があり、短期ボックスカー値は、センサー読み取り値に遅れを取る長期ボックスカー値よりも若干高くなっている。短期値と長期値との間の負の差は負の閾値よりもさらに負であるので、長期ボックスカー値が使用されて、色合いレベルを決定する。すぐ次の計算では、センサー読み取り値が外部照度の大幅な低下を示している（例えば、暴風雨前線が到着した）。負の差が負の閾値よりもさらに負であり、制御方法は、１時間タイマーをトリガし（変化する条件がこの事象を引き起こし、Δを、タイマーをトリガするのに十分なものにした）、長いボックスカーがリセットされる。制御方法が、照度値を、リセットされた長いボックスカー値に設定して、タイマーの期間中に使用する色合いレベルを決定する。長期ボックスカー値が上限を

上回っており、かつ太陽が臨界角内にあるので、モジュールＡおよびＢが使用されて、リセットされた長いボックスカー値に基づいて色合いレベルを決定する。第２のタイマーの期間の終わりにおいて、短いボックスカー値と長いボックスカー値との間の負の差が負の閾値よりもさらに負であるので、照度値は、リセット以後に採取された読み取り値を有する長期ボックスカー値に設定される。

【０２３０】

第２のタイマーの期間の終わりにおいて、ロジックが長いボックスカーをリセットしなかった場合、第２のタイマーが再び実施されて、その期間中長いボックスカー値が（以前のように）使用されたであろう。お分かりのように、現在のセンサー読み取り値（および関連付けられた短いボックスカー値）は、どんよりとした日であり、長いボックスカー値が示すと思われるほど高く窓を色合い調節する必要はないことを示すので、これにより、窓が不適切に過大に色合い調節されたであろう。このシナリオでは、長期ボックスカーは、タイマーの開始期間にリセットされる。言い換えれば、いったんタイマーがトリガされると、長いボックスカーのリセットが同時にトリガされて、新しいセンサーデータでローディングが開始する。このリセットロジックを使用して、第２のタイマーの終わりに短期ボックスカー値が、リセットされた長いボックスカー値と比較され、Δが、現在のセンサー読み取り値をより厳密に反映するであろう。

【０２３１】

図２９Ａは、センサー読み取り値に急激な変化があるときに第２の長いボックスカーを開始する制御方法のフローチャート６０００である。新たに開始された第２の長いボックスカーの値は、急激な変化の間、より厳密にセンサー読み取り値を追跡する。第１の長いボックスカーは、センサー読み取り値に後れを取る。

【０２３２】

図２９Ａを再び参照すると、ステップ６０１０において、照度値のセンサー読み取り値が、センサーによって送信され、プロセッサによって受信される。ステップ６０１２で、ボックスカー照度値が、受信されたセンサー読み取り値で更新される。タイマーが設定されているとステップ６０２０で判定された場合、ステップ６０２２で現在の色合い設定が維持され（すなわち、新しい色合いレベルの計算が行われない）、プロセスはステップ６０１０に戻る。タイマーが設定されていないとステップ６０２０で判定された場合、ステップ６０２４で、第２の長いボックスカーが開始されたかどうかが判定される。第２の長いボックスカーが開始されることがステップ６０２４で決定された場合、値１は、短いボックスカー照度値および第１の長いボックスカー照度明値のうちの大きい方に設定され、値２は、第２のボックスカー照度値に設定される。第２の長いボックスカーが開始されていない場合、値１は短いボックスカー照度値に設定され、値２は、第２の長いボックスカー照度値に設定される。ステップ６０３０で、値１と値２との間の差（Δ）の大きさおよび符号が判定される。ステップ６０３０で、Δが正であり、かつ第１の正の閾値よりも大きいと判定された場合、ステップ６０４２で、照度値が値１に設定され、第１のタイマーが設定され、次いで、方法はステップ６０５０に進む。ステップ６０３０で、Δが正でありかつ第１の正の閾値未満である、またはΔが負の値であると判定された場合、ステップ６０４４で照度値が値２に設定される。ステップ６０４６で、Δが第２の負の閾値よりもさらに負であるかどうかが判定される。Δが第２の負の閾値よりもさらに負である場合、照度の著しい低下がある。この場合、ステップ６０４８で、第２のタイマーが設定され、第２の長いボックスカーが開始され、照度値が第２の長いボックスカーの初期値に設定され、方法はステップ６０５０に進む。Δが第２の閾値よりもさらに負ではない場合、方法は直接ステップ６０５０に進む。ステップ６０５０で、設定照度値が下限未満であるかどうかが判定される。下限未満である場合、ステップ６０５２で、定義済みの色合いレベル（例えば、公称透明）が適用され、プロセスはステップ６０１０に戻る。システムの設定照度値が下限よりも大きい場合、ステップ６０６０で、システムの設定照度値が上限よりも大きいかどうかが判定される。システムの設定照度値が上限よりも大きいと判定された場合、６０７０で、太陽方位が臨界角の外側にあるかどうかが判定される。太陽が臨界角

の外側にない場合、モジュールＡおよびＢが使用されて、色合い調整可能な窓に適用される最終色合いレベルを決定し、プロセスはステップ６０１０に戻る。太陽が臨界角の外側にある場合、ステップ６０７４でモジュールＢだけが使用されて、最終色合い状態を決定し、プロセスはステップ６０１０に戻る。ステップ６０６０で、システムの設定照度値が上限よりも大きくないと判定された場合、６０８０で、太陽が臨界角の外側にあるかどうかが判定される。太陽が臨界角の外側にない場合、ステップ６０８２で、モジュールＡ、Ｂ、およびＣが使用されて、色合い調節可能な窓に適用される最終色合いレベルを計算し、プロセスはステップ６０１０に戻る。太陽が臨界角の外側にある場合、ステップ６０９０でモジュールＢおよびＣのみが使用されて、色合い調節可能な窓に適用される最終色合いレベルを計算し、プロセスはステップ６０１０に戻る。

【０２３３】

図２９Ｂは、１日の一部分の間の時間ｔの間のセンサー読み取り値およびボックスカー値のシナリオを示す。このシナリオは正午に明るく晴れる日（５００Ｗ／ｍ$^2$）を想定しており、ボックスカーの曲線は、計算が５分ごとに継続する中で、この時刻の大部分にわたって、ほとんど同じ軌道を共に進んでいる。第１の垂直な黒いライン（５分間隔の定期的な計算）では、センサー読み取り値の若干の低下があり、短期ボックスカー値は、センサー読み取り値に遅れを取る最初の長期ボックスカー値よりも若干高くなっている。短いボックスカー値と第１の長いボックスカー値との間の負の差が閾値未満であるので、第１の長いボックスカー値が使用されて、色合いレベルを決定する。すぐ次の計算では、センサー読み取り値が外部照度の大幅な低下を示している。この場合、負の差が負の閾値よりもさらに負であり、制御方法は、１時間タイマーをトリガし（変化する条件がこの事象を引き起こし、Δを、タイマーをトリガするのに十分なものにした）、第２の長いボックスカーが開始される。さらに、照度値が、初期の、第２の長いボックスカー値に設定される。この初期の、第２の長期ボックスカー値が上限を上回っており、かつ太陽が臨界角内にあるので、モジュールＡおよびＢが使用されて、初期の、第２の長いボックスカー値に基づいて色合いレベルを決定する。第２のタイマーの期間の終わりにおいて、第１の長いボックスカー値は短いボックスカー値よりも大きく、第２の長いボックスカー値と第１の長いボックスカー値との間の正の差は、第１の閾値を下回っている。制御方法は、第１の長いボックスカー照度値を使用して、第１のタイマーの間使用される色合いレベルを決定する。

【０２３４】

特定の実施形態では、窓を通る太陽放射の計算された方向が、その窓を有する部屋の占有領域のグレアシナリオに関連付けられた臨界受光角内にある場合、モジュールＡは、窓の色合いを増加させることができる。太陽放射の方向は、太陽方位および／または太陽高度に基づいて計算される。例えば、図２５Ｂは、部屋内の机に関連付けられた臨界受光角Ｚ１およびＺ２を示す。この例では、太陽が、臨界受光角Ｚ１およびＺ２内の方位角で太陽放射を提供する位置に位置付けられているとき、太陽放射は、机によって占有された領域にグレアを発生している。それに応じて、モジュールＡは、グレアではなく快適さを提供するために、窓の色合い状態を増加させる制御信号を送信することができる。臨界受光角Ｚ１およびＺ２の外側では、太陽放射の直接平行光線は机の領域に入射せず、モジュールＡは、「透明な色合い状態」の制御コマンドを返すことができる。太陽方位に関連付けられた１つのセットの臨界受光角$\theta_1$および$\theta_2$が図２０に示されている。場合によっては、それぞれ太陽方位および太陽高度と別個に関連付けられた２つのセットの臨界角が使用されてもよい。これらの場合、計算された太陽方位が第１のセットの臨界角内にあり、太陽高度が第２のセットの臨界角内にある場合、モジュールＡがオンになって色合い状態を増加させることができる。

【０２３５】

Ｘ１．光の３次元投影に基づくモジュールＡ

特定の実施形態では、モジュールＡは、１つ以上の開口（例えば、色合い調節可能な窓）から部屋を通る光の３次元投影を使用することによって、グレアが占有領域上にあるか

どうかを判定する。光の３次元投影は、外光が部屋の中に直接侵入する部屋内の光の量であると考えることができる。例えば、３次元投影は、窓を通る太陽からの平行光線によって画定され得る。部屋内への３次元投影の方向は、太陽方位および／または太陽高度に基づく。光の３次元投影を使用して、部屋内の１つ以上の平面の交点における２次元光投影（Ｐ画像）を決定することができる。開口からのＰ画像のサイズおよび形状は、開口の寸法および向き、ならびに太陽方位および／または太陽高度に基づいて計算された太陽放射の方向ベクトルに基づく。Ｐ画像は、太陽が開口から無限の距離において平行光線を生成するという仮定に基づいて決定される。この仮定では、水平に配向された開口は、実際の開口と同じ形状およびサイズを有する、水平面上への２次元光投影を提供する。

【０２３６】

場合によっては、モジュールＡは、Ｐ画像オフセットを計算することによって、特定の関心平面におけるＰ画像を決定する。Ｐ画像オフセットは、投影画像の幾何学的中心と開口の幾何学的中心での垂直軸との間の特定の平面におけるオフセット距離を指すことがある。Ｐ画像オフセットは、開口の寸法、太陽の方位および高度、ならびに開口の平面と関心平面との間の法線距離に基づいて決定することができる。Ｐ画像オフセットを用いて、モジュールＡは、Ｐ画像オフセットの周りに投影された開口領域を構築することによって、投影画像を決定することができる。

【０２３７】

モジュールＡが特定の平面で光投影を決定すると、モジュールＡは、光投影、または光投影に関連付けられたグレア領域が占有領域（すなわち、部屋内で占有されている領域）と重複する量を決定する。占有領域は、３次元光投影またはグレア領域によって交差されるときに、グレアシナリオを暗示する空間内の境界を画定する、関心平面（例えば、机の平面）における領域を指すことがある。場合によっては、占有領域は、おそらく机の上面を含む、占有者の頭の前の領域などの２次元表面（例えば、机の上面）または体積のすべてもしくは一部であり得る。光投影またはグレア領域が占有領域の外側にあると判定された場合、グレアシナリオは存在しないと判定される。

【０２３８】

場合によっては、モジュールＡは、１つ以上の開口を通して投射された光に基づいて、関心平面におけるグレア領域を計算することができる。グレア領域は、１つ以上の開口を通して投影された光が入射する関心平面における領域を指すことがある。場合によっては、モジュールＡは、実効開口の幾何学的中心での垂直軸と関心平面におけるＰ画像の外側境界との間の領域としてグレア領域を定義する。ある場合、開口の幾何学的中心は、開口の形状の図心または質量中心を指し得る。グレア領域は、例えば、矩形、円形、または環状の形状などの異なる形状を有するように定義されてもよく、直交座標または極座標内にあってもよい。１つ以上の開口からグレア領域を決定した後、モジュールＡは、グレア領域が占有領域と重複する場合に、グレアシナリオが存在すると決定することができる。

【０２３９】

場合によっては、モジュールＡは、光投影またはグレア領域と占有領域との計算された重複量に基づいて、色合いレベルを決定する。例えば、光投影が占有領域と任意の重複を有する場合、モジュールＡが起動して、グレアシナリオに対処するために、色合い状態を増加させることができる。光投影が占有領域と重複しない場合、モジュールＡは、「透明な色合い状態」コマンドを返すことができる。

【０２４０】

図３０は、一実施形態による、天井に天窓の形態の単一の水平かつ円形の開口７０１０を有する部屋の側面図の概略図である。部屋は、部屋内に占有領域を画定する机７０３０を有する。円形開口７０１０は、$w_h$の直径を有する。開口７０１０は、$\alpha_1$の窓方位にある。円形開口７０１０の幾何学的中心は、$w_h$／２における円形開口７０１０の中心である。開口７０１０の幾何学的中心７０１１における垂直軸７０１２が示されている。太陽からの太陽放射は、床に投影される光線の３次元円柱として示されている。太陽放射は、θの太陽高度を有するように示されている。この図では、開口７０１０の光投影（Ｐ画

像）７０２０は、ｄｚにおける机７０３０の平面での投影の近似として、床の平面で決定される。他の例では、開口７０１０は、机７０３０の上面における平面などの他の平面に投影されてもよい。モジュールＡのいくつかの実施形態では、Ｐ画像オフセットは、開口７０１０の幾何学的中心を、太陽の方位および高度に関連付けられた方向ベクトル７０１３に沿って、床の平面または他の関心平面に投影することによって決定され得る。場合によっては、開口７０１０の光投影（Ｐ画像）７０２２は、Ｐ画像オフセットの周りに開口７０１０を「構築する」ことによって決定される。図３０では、Ｐ画像７０２０は、床において、Ｐ画像オフセットの距離だけ垂直軸７０１２から横方向にオフセットされて示されている。この例では、モジュールＡは、床の平面における投影画像７０２０の外縁によって、グレア領域を画定する。

【０２４１】

図３１は、一実施形態による、天窓の形態の単一の水平な円形開口７０１０を有する、図３０に示された部屋の側面図（上側）および断面図（下側）の概略図である。この例では、部屋は占有領域を画定する机７０３１を有し、光投影（Ｐ画像）７０２２は、ｄｚのｚ位置での机７０３１の平面において決定される。この例では、Ｐ画像オフセットは、開口７０１０の幾何学的中心を、太陽の方位および高度に関連付けられた方向ベクトル７０１３に沿って、机７０３１における平面に投影することによって決定される。開口７０１０の光投影（Ｐ画像）７０２２は、Ｐ画像オフセットの周りに開口を「構築する」ことによって決定されてもよい。他の場合、例えば、図３０に示されるように、光投影は、床での平面において決定され得る。図３１では、Ｐ画像７０２２は、Ｐ画像オフセットの距離だけ、開口７０１０の幾何学的中心における垂直軸７０１２から横にオフセットされて示されている。

【０２４２】

図３１において、下側の図は、ｚ＝ｄｚにおける部屋の断面図である。この図では、占有領域７０３０は、ｄｚのｚ位置での机７０３１における関心平面において、ｄｘおよびｄｙだけ垂直軸７０１２からオフセットされた図心を有する。図３１に示されるように、計算されたグレア領域は、関心平面において机７０３１によって画定される占有領域７０３０と、重複領域７０４０だけ部分的に重複する。グレア領域が（寸法もしくは、および／またはその領域による）所定の閾値を超えると、モジュールＡは、グレアを減少させるために色合いを変化させることができる。占有領域７０３０は、矩形の開口の図において寸法$O_x \times O_y$を有するか、または円の直径、多角形のファセット長、三角形、台形、または開口に適切な他の座標として指定され得る。他の例では、占有領域は、机７０３１によって画定される領域と、机７０３１に向かった占有者によって画定される領域７０３２との両方を含み得る。他の例では、複数の占有者に関連付けられた複数の占有領域があり得る。Ｐ画像の位置は、太陽の方位および高度によって決定される方向ベクトル７０１３に追従して時刻とともに変化し、１日の間に占有領域のうちの１つ以上を照らす。重複が所定の閾値を超えると、モジュールＡは、その占有領域および時刻に対する所定の値に窓を色合い調節するであろう。

【０２４３】

図３２は、一実施形態による、２つのフロアと、天窓の形態の水平な円形開口７０６０とを有する部屋の側面図（上側）および断面図（下側）の概略図である。この例では、第１のフロアは机７０９０を有し、第２のフロアは机７０９０を有する。開口７０６０は幾何学的中心７０６１を有する。Ｐ画像オフセットは、幾何学的中心７０６１を、太陽の方位および高度に関連付けられた方向ベクトル７０６３に沿って、関心平面に投影することによって決定され得、この場合、関心平面は、例えば、ｄｚでの机の平面における投影の近似としての、第１のフロアの床における平面である。開口７０６０の光投影（Ｐ画像）７０７０は、関心平面でのＰ画像オフセットにおいて開口を構築することによって決定される。開口７０６０の光投影（Ｐ画像）７０７０は、関心平面に提供されて示されており、Ｐ画像オフセットの距離だけ、幾何学的中心７０６１における垂直軸７０６２から横にオフセットされて示されている。この図では、机７０９０の占有領域７０９１は、机７０

９０の平面において、ｄｘ２およびｄｙ２だけ垂直軸７０６２からオフセットされた図心を有し、机７０８０の占有領域７０８１は、机７０８０の平面において、ｄｘ１およびｄｙ１だけ垂直軸７０６２からオフセットされた図心を有する。図３２に示されるように、光投影７０７０の計算されたグレア領域は、重複領域７０９５において、机７０８０によって画定される占有領域７０８１と部分的に重複する。示されるように、光投影は、第２のフロアの机７０９０上にグレアを提供しない。

【０２４４】

図３３は、一実施形態による、机７１５０、第１の開口７１１０、および第２の開口７１１２を有する部屋の側面図の概略図である。第１の開口７１１０の幅は$w_{h1}$であり、第２の開口７１１２の幅は$w_{h2}$である。第１の開口７１１０は水平から$\alpha_1$の角度にあり、この場合、この角度は１３５度である。２つの開口７１１０および７１１２は、図心７１２１を有する実効開口７１２０を有する。第１の開口７１１０は水平から$\alpha_1$の角度にある。第２の開口７１１２は、水平から$\alpha_2$の角度にある。Ｐ画像オフセットは、実効開口７１２０の幾何学的中心を、太陽の方位および高度に関連付けられた方向ベクトル７１４１に沿って、床における平面に投影することによって決定することができる。実効開口７１２０の光投影（Ｐ画像）７１３０は、例えば、ｄｚでの机の平面における投影の近似として、床の平面において提供される。Ｐ画像７１３０は、Ｐ画像オフセットの距離だけ、実効開口７１２０の幾何学的中心における垂直軸７１４０から横にオフセットされて示されている。Ｐ画像７１３０のグレア領域は、机７１５０によって画定される占有領域と部分的に重複する。

【０２４５】

図３４は、一実施形態による、第１の開口７２１０と第２の開口７２１２とを含む多面天窓を有し、机７２５０を有する部屋の側面図の概略図を示す。第１の開口７２１０の幅は$w_{h1}$であり、第２の開口７２１２の幅は$w_{h2}$である。第１の開口７２１０は、水平から$\alpha_1$の角度にある。第２の開口７２１２は、水平から$\alpha_2$の角度にある。２つの開口７２１０および７２１２は、幾何学的中心７２２１を有する実効開口７２２０を有する。画像Ｐ画像オフセットは、実効開口７２２０の幾何学的中心を、太陽の方位および高度に関連付けられた方向ベクトル７２４１に沿って、この場合床の平面である関心平面に投影することによって、例えば、ｄｚでの机の平面における投影の近似として、決定することができる。有効開口７２２０の光投影（Ｐ画像）７２３０は、床の平面において提供される。Ｐ画像７２３０は、Ｐ画像オフセットの距離だけ、実効開口７２２０の幾何学的中心における垂直軸７２４０から横にオフセットされて示されている。Ｐ画像７２３０のグレア領域は、机７２５０によって画定される占有領域と部分的に重複する。

【０２４６】

図３５は、一実施形態による、第１の開口７３１０と、第２の開口７３１２と、開口のないファセット７３１４とを含む多面天窓を有する部屋の側面図の概略図である。部屋は机７３５０も有する。２つの開口７３１０および７３１２はそれぞれ、幾何学的中心７３４１および７３４２を有する。第１の開口７３１０の幅は$w_{h1}$であり、第２の開口７３１２の幅は$w_{h2}$である。第１の開口７３１０は水平から$\alpha_1$の角度にあり、この場合、この角度は９０度である。第２の開口７２１２は水平から$\alpha_2$の角度にあり、この場合、この角度は２７０度である。この図では、第１の開口７３１０の光投影（Ｐ画像）７３３０は、ｄｚでの机の平面における投影の近似として、床の平面において提供される。この場合、開口のないファセット７３１４は、太陽放射の方向に応じて、第１および／または第２の開口７３１２からの光を遮断し得る。すなわち、太陽高度θが第２の開口７３２１の角度$\alpha_2$未満の場合、ファセット７３１４が遮っているので、太陽放射は、第２の開口７３２１に直接入射しない。図では、太陽高度θが角度$\alpha_2$未満なので、第２の開口７３１２は太陽放射を受けない。この場合、実効開口は第１の開口７３１０のみに基づいており、第１の開口７３１０の幾何学的中心が使用されて、Ｐ画像オフセットおよび投影を決定する。Ｐ画像オフセットは、開口７３１０の幾何学的中心を、太陽の方位および高度に関連付けられた方向ベクトル７３４１に沿って、床に投影することによって決定され得る

。第１の開口７３１２のＰ画像７３３０は、Ｐ画像オフセットの距離だけ、第１の開口７３１０および第２の開口７３１２の両方の幾何学的中心における垂直軸７３４０から、横にオフセットされて示されている。Ｐ画像７３３０のグレア領域は、机７３５０によって画定される占有領域と部分的に重複する。

【０２４７】

場合によっては、占有領域とＰ画像のグレア領域との重複の量をモジュールＡで使用して、適切な色合い状態を決定することができる。これらの場合、モジュールＡは、より高いレベルの重複に対してより高い色合い状態を決定することができる。場合によっては、色合い状態は、重複の量に基づいて決定される。他の場合には、色合い状態は、使用される占有領域の量に対する重複のパーセンテージに基づいて決定される。図３６は、一実施形態による、開口８０１０を有する天窓と、机８０１２とを有する部屋の概略図である。垂直軸８０２０は、開口８０１０の幾何学的中心を通って示されている。この図では、太陽は５つの太陽高度で示されており、５つの方向ベクトルに関連付けられた５つの太陽高度に対応して、５つのグレア領域の縁が示されている。概略図はまた、異なる重複に対して適切な色合い状態を決定する方法も示す。机８０１０によって画定される占有領域に重複するグレア領域の増大に伴って、色合いレベルがＴ１からＴ５に増大する。

【０２４８】

図３７は、実施形態による、３次元光投影を使用するモジュールＡを有する、図８のステップ７００の詳細を示すフローチャートである。ステップ１９０５で、モジュールＡが開始する。ステップ１９１０で、窓コントローラ４５０は、モジュールＡを使用して、建物の緯度および経度座標、ならびに特定の瞬間$t_i$の日付および時刻に対する太陽の位置を計算する。緯度および経度座標は、構成ファイルから入力され得る。日付および時刻は、タイマーによって提供される現在時刻に基づいてもよい。太陽位置は、場合によっては将来であり得る、特定の瞬間$t_i$において計算される。他の実施形態では、太陽の位置は、予測制御ロジックの別の構成要素（例えばモジュール）内で計算される。太陽の位置は、太陽方位および／または太陽高度で計算される。

【０２４９】

ステップ１９２０で、窓コントローラ４５０は、モジュールＡを使用して、部屋内に入射するグレアの量、またはステップ１９１０で使用される特定の瞬間にグレアがあるかどうかを計算する。モジュールＡは、太陽の方位および高度によって決定される方向ベクトルに基づいて、１つ以上の遮られていない開口（例えば、窓）から部屋を通る光線の３次元投影を使用して、グレアの量を計算する。モジュールＡは、方向ベクトルおよび構成情報を使用して、１つ以上の遮られていない開口のＰ画像（複数可）を決定する。構成情報は、１つ以上の開口（例えば、エレクトロクロミック窓）の位置のうちの１つ以上、１つ以上の開口の寸法、開口が遮られているかいないか、１つ以上の開口の各々の向き、部屋の寸法、および太陽放射が１つ以上の開口に入るのを妨げている可能性のある外部日よけまたはその他の構造物に関する任意の詳細を含むことができる。窓の構成情報は、エレクトロクロミック窓５０５に関連付けられた構成ファイルから入力される。モジュールＡは、遮られていない開口のＰ画像と、特定の関心平面における占有領域との交点に基づいて、部屋内のグレアの量、またはグレアの決定を決定する。場合によっては、モジュールＡは、１つ以上の開口のうちのどれが遮られていないか、すなわち、太陽放射を受けているかを判断する。例えば、図３５では、２７０度に配向された第２の開口７３４２は、図中の太陽放射を受けることを妨げられている。特定の関心平面における遮られていない開口のＰ画像（複数可）を決定するために、モジュールＡはまず、１つ以上の遮られていない開口の幾何学的中心を決定する。場合によっては、幾何学的中心は、開口の形状の合成図心であり得る。次に、モジュールＡは、１つ以上の遮られていない開口の幾何学的中心を、太陽の方位および高度に基づく光の３次元投影の方向ベクトルの方向に、関心平面へ投影することによって、Ｐ画像オフセットを決定する。光の３次元投影の方向ベクトルは、ステップ１９１０で特定の瞬間に計算された太陽方位および太陽高度に基づく。モジュールＡは、１つ以上の遮られていない開口の幾何学的中心と、太陽の方位および高度に関連

付けられた方向ベクトルと、１つ以上の開口と関心平面との間の法線距離とに基づいて、Ｐ画像オフセットを決定する。次に、モジュールＡは、関心平面において、１つ以上の遮られていない開口の投影された幾何学的中心の周りに実効開口領域を生成することによって、Ｐ画像を「構築」する。場合によっては、モジュールＡは、関心平面におけるＰ画像の外側境界に基づいて、グレア領域を決定する。異なる開口配置に対して決定されたグレア領域の図が、図３１～３７に示されている。

【０２５０】

ステップ１９３０で、ステップ１９２０において決定された、遮られていない開口のＰ画像（複数可）からのグレアの量から、占有者の快適さを提供する色合いレベルが決定される。ステップ１９３０で、モジュールＡは、占有領域と、遮られていない開口のｐ画像（複数可）との間の重複の量を決定する。重複の量に基づいて、モジュールＡは、決定された重複の量に対する、占有率ルックアップテーブル内の所望の色合いレベルを決定する。占有率ルックアップテーブルは、特定の開口の構成ファイルからの入力として提供される。場合によっては、重複領域の量または侵入のパーセンテージ（すなわち、占有領域の重複領域のパーセンテージ）を使用して、最終色合い状態を決定することができる。例えば、重複領域がごくわずかあるいは全くない場合（例えば、机の小さな角部）、モジュールＡは色合い状態を増加させないことがある。より大きなパーセンテージ量の重複領域（例えば、机の５０％超）は、より高い色合い状態をもたらし得る。

【０２５１】

図３８は、実施形態による、グレアを有する表面の一部分を交差する光の３次元投影の概略図である。

【０２５２】

本開示の範囲から逸脱することなく、上述の予測制御ロジック、他の制御ロジック、およびそれらに関連する制御方法（例えば、図１８に関して説明されたロジック、図７、８、９、１２および１３に関して説明されたロジック、ならびに図１４に関して説明されたロジック）のいずれかに修正、追加、または省略を行うことができる。上記のロジックのいずれも、本開示の範囲から逸脱することなく、より多くのロジック構成要素、より少ないロジック構成要素、または他のロジック構成要素を含んでもよい。さらに、説明されたロジックのステップは、本開示の範囲から逸脱することなく、任意の好適な順序で実行され得る。

【０２５３】

また、本開示の範囲から逸脱することなく、上述のシステム（例えば、図１７に関して説明されたシステム）またはシステムの構成要素に対して修正、追加、もしくは省略を行うことができる。その　の構成要素は、特定のニーズに応じて統合または分離されてもよい。例えば、マスターネットワークコントローラ１４０３と中間ネットワークコントローラ１４０５とは単一の窓コントローラに統合されてもよい。さらに、システムの動作は、より多い構成要素、より少ない構成要素、または他の構成要素によって実行されてもよい。さらに、システムの動作は、ソフトウェア、ハードウェア、他のロジック、またはこれらの任意の好適な組合せを含む任意の好適なロジックを使用して実行されてもよい。

【０２５４】

いくつかの実装例では、上記のように、モジュールＢへのアプローチは、太陽高度角およびサイトの位置ならびに標高の関数としての、晴れ渡った空の下で窓によって受け取られる太陽放射照度を予測する「晴天」モデルを使用することである。窓に入る放射は、本明細書では晴天放射照度と呼ばれる。いくつかの実装例では、太陽光線が窓を通って建物内に直接侵入しない場合であっても、特定の晴天放射照度条件で窓を色合い調節することが、モジュールＢの役割であり得る。例えば、午後の東向きの窓では、成層圏からの太陽の反射のために、モジュールＢを利用して窓を暗くすることが望ましい場合がある。

【０２５５】

いくつかの実施形態では、Ｒａｄｉａｎｃｅなどの晴天モデリングソフトウェアを使用して、特定の日時について、窓の任意の経度、緯度、および向きを考慮して窓を通る太陽

束を計算または推定するために、モジュールＢが実装される。晴天モデリングソフトウェアは、識別可能な日時における太陽の高度および方位を決定することによって、窓によって受け取られる予測太陽束を計算することができる。場合によっては、インテリジェンスロジックで使用するために、テーブルまたは放射照度ファイルを生成することができ、このテーブルは、特定の日時における太陽束の推定値を含む。いくつかの他の実装例では、テーブルを事前に生成するのではなく、Ｒａｄｉａｎｃｅなどのプログラムを使用して、所与の日付／時刻にリアルタイムで色合い決定を行うことができる。

【０２５６】

モジュールＢを使用して、窓を通る推定された太陽束に基づいて窓の色合い状態を制御することができる一方、推定された太陽束が、窓によって受け取られる実際の太陽束と大幅に異なり得る事象または状況がある。これらの事象により、建物内のユーザーの快適さにはあまり適さない様式で、窓が制御されることになる可能性がある。例えば、使用されるモジュールＢおよび他のインテリジェンスモジュールが、建物の外部の物体が窓の上に影を落としたり、または追加の光を窓の方に反射させたりする事象を考慮しないことがある。場合によっては、モジュールＢは、気象条件またはユーザーの好みの変化を考慮できないこともある。本開示の精神および範囲と整合する変形例では、上述の実装例および実施例のうちのいくつかの中のモジュールＢが、そのような事象を画定する制約を識別するために、追加の入力を利用することができるモジュールＢ'によって置き換えられる、または増強される。モジュールＢ'は、モジュールＢの晴天モデルに置き換わる、または晴天モデルと連動して作動する事象ベースのモデルを内蔵している。このモジュールＢ'の事象ベースのモデルは、事象を識別し、事象の検出または予知に基づいて、１つ以上の影響を受けた窓を、調整された色合い状態に移行させるための命令を提供する。場合によっては、事象が一時的で、例えば、何分間または数時間しか持続せず、場合によっては、事象が、予測可能な再発事象であることがある。事象が終了した判定されると、色合い制御の管理は、その事象が起こる前に使用されていた予測制御ロジックに返すことができる。

【０２５７】

モジュールＢ'によってモデル化または考慮され得る事象の非限定的な例として、建物の周囲または建物自体の特徴によって少なくとも部分的に引き起こされる反射および／または影が挙げられる。例えば、モジュールＢは、その日のある部分の間は窓を陰で覆い、別の部分の間は反射光をもたらす隣接する建物を考慮しないことがある。場合によっては、事象は、少なくとも部分的に時刻または季節によって画定され得る。例えば、建物に離接する落葉樹が落葉すると、増大した太陽放射が、１つ以上の窓で受け取られる可能性がある。場合によっては、事象は、建物の一人以上の占有者の好みによって、少なくとも部分的に画定され得る。事象を、事象の発生を決定するためにモジュールＢ'によって使用される制約の文脈で、以下さらに説明する。

【０２５８】

モジュールＢ'によって考慮され得る第１の制約入力は、空における太陽の位置を考慮する。前述のように、太陽の位置または角度は、部屋内に入射する直射日光の深さを計算するためにモジュールＡによって、もしくは窓で受け取られる太陽放射照度の量を推定するためにモジュールＢによって、使用され得る。モジュールＢ'は、事象に対応する許容される太陽の高度値および／または方位値の範囲を識別するように構成され得、事象が識別または予測されたときに、他の色合い調節モジュールによって提供される色合い調節制御をオーバーラドし得る。

【０２５９】

図３９Ａおよび３９Ｂは、事象を画定するための制約として、太陽の位置をどのように使用することができるかの例を示す。図３９Ａは、円形内面の建物３９１０および同心外面の建物３９３０の空中トップダウンビューであり、環状の中庭領域３９２０が、内面の建物と外面の建物との間に位置付けられていることを提供する。外面の建物は、内面に面するガラス３９３２を有し、このガラスは、太陽の位置に応じて、内面の建物のガラス３９１２の上に日光を反射させ、内側の建物の窓に増大した放射照度を受け取らせることに

なる。例えば、建物が北半球に位置付けられている場合、これらの窓では直射日光が予想されないため、インテリジェンスロジックは通常、内面の建物の窓をわずかに色合いが付いた状態のままにし、内面の建物の占有者が不快および／またはグレアを感じることになる可能性がある。建物の幾何学的形状を考慮することによって、グレアを生じる可能性がある方位値の範囲３９４０に対して太陽計算機を使用することができる。

【０２６０】

図３９Ｂは、図３９Ａに示された同心の内面の建物および外面の建物の部分断面図を提供する。両方の建物の幾何学的形状を考慮することによって、内面の建物でグレアまたは増大した放射照度を引き起こす太陽高度角の範囲３９５０を決定することができる。この範囲は、例えば、光線図を作成し、最小高度角３９５２に対応する光線と最大高度角３９５４に対応する光線の両方を識別することによって決定され得る。この例を使用して、モジュールＢ'は、太陽の方位３９４０および太陽の高度３９５０を画定する制約が両方満たされるときに、暗い色合い状態を出力するように構成され得る。場合によっては、この手順は、建物の各窓について行うことができ、場合によっては、この手順は、窓のゾーンについて行うことができ、そのゾーンの全ての窓がまとめて制御される。グレアを引き起こす事象に対する太陽の制約を決定するためのプロセスが説明されたが、影を引き起こす事象に対する太陽の制約、例えば、１つの建物がいつ他の建物に影を落とすか、を決定するために同様のプロセスを行うことができる。

【０２６１】

モジュールＢ'によって考慮され得る別の制約が、時刻または曜日である。場合によっては、事象の発生は、スケジュールに入れることができる、および／または再発する可能性のある人間の活動に依存することがある。人間の活動に基づいて再発する事象の一例が、隣接する駐車場内のフロントガラスから反射される光のために、窓でグレアが観察される場合である。この事象が発生するための第１の要件または制約は、車が駐車場内に存在しなければならないことである。駐車されている車の存在が、例えば、企業の営業時間、および／またはその日が平日、週末、または休日であるかどうかに依存することがある。グレアの事象は、車が存在することに加えて、太陽光がフロントガラスから窓に向かって反射される、特定の範囲の太陽の位置によっても画定されるであろう。したがって、特定の色合いレベルをいつ窓に適用するかの決定は、多くの場合、現在の日付および時刻の関数であることに加えて、太陽の高度および方位の関数であり得る。

【０２６２】

場合によっては、制約が季節ごとに画定されることがある。前述のように、秋季および冬季に窓が、通常は日光を遮るはずの葉がないために、増大した量の日光を受け取ることがある。別の例では、雪に反射される光のために、窓が追加の採光を受け取ることがある。場合によっては、モジュールＢ'が、実際の事象の存否にかかわらず、季節を特定の事象と関連付ける可能性がある。例えば、冬月の間、降雪がありそうな日および時刻にはより多くの反射がありそうだという細心の慎重さから、窓が色合い調節されることがある。

【０２６３】

場合によっては、モジュールＢ'が、受信した気象データを、事象を定義する制約として使用する可能性がある。例えば、モジュールＢ'は、曇量指数、温度、および／または湿度情報などの情報を示す、気象観測所からの現在の、および予測された気象情報を受信するように構成され得る。受信した気象情報に基づいて、モジュールＢ'は、特定の事象が存在するか否かを判断することができる。例えば、雲っている、または霞がかかっている場合、晴れた日に通常は建物の占有者にグレアをもたらす太陽の位置があまりグレアをもたらさず、より明るい色合い状態がより好ましくなることがある。対照的な例として、晴天条件下で窓における影に通常関連付けられる太陽位置が、曇りの日により多くの光を受け取る可能性があり、それをより好ましいより暗い色合いにする。通信ネットワークを介して１つ以上の気象サービス（または他のデータソース）から気象供給データを受信することに基づく、色合い調節可能な窓の色合いを制御する方法が、米国を指定し、その全体が本明細書に組み込まれる、２０１６年７月７日に出願された「ＣＯＮＴＲＯＬ　ＭＥ

ＴＨＯＤ　ＦＯＲ　ＴＩＮＴＡＢＬＥ　ＷＩＮＤＯＷＳ」と題するＰＣＴ特許出願第ＰＣＴ／ＵＳ１６／４１３４４号に記載されている。

【０２６４】

いくつかの実施形態では、モジュールＢ'は、窓ネットワークを介してセンサーデータを受信するように構成され得る。例えば、事象は、温度センサーからの温度情報、占有センサーからの占有情報、および／または光センサーからの採光情報によって部分的に定義され得る。いくつかの実施形態では、モジュールＢ'は、事象を定義するためにそれが使用され得る建物管理システム（ＢＭＳ）から情報を受信するように構成されてもよい。例えば、空調システムが故障し、および／または他の制約（例えば、太陽の位置および気象情報）が存在して、内部温度が許容温度を超えて上昇する可能性があることを示す場合、モジュールＢ'は、その事象が続く間太陽の熱を低減するために、増大した色合いレベルを提供することがある。

【０２６５】

いくつかの実施形態では、事象ベースのモデルは、１つ以上のユーザーの好みを事象に対する制約と見なすことができる。ユーザーＡは、異なる採光ニーズを有し、異なる時刻に部屋を占有する可能性があるユーザーＢとは異なるように、事象が定義されることを望むかもしれない。例えば、ユーザーＡおよびユーザーＢが、採光の変化をもたらす事象によって同様には影響されない、部屋内の異なる作業場所または占有領域を有することがある。別の例では、コンピュータで作業している占有者は、コンピュータ画面を使用していないユーザーよりも、グレアをもたらす事象によってより大きな影響を受ける可能性がある。いくつかの実装例では、モジュールＢ'の事象ベースのモデルは、反射または影の考慮とは無関係な、ユーザー指定の条件に応じてに対して、特定の色合いレベルを出力するように構成される。例えば、時刻が２０１７年１月１７日午前１０時００分に達することが発生したときに、色合いレベル３を窓に適用させるように、ルールが構成され得る。

【０２６６】

場合によっては、事象を定義する基準は、窓ネットワークの設計段階または試運転プロセス中に決定されてもよい。例えば、窓設置者は、起こり得る特定の採光事象について設置場所を評価するように訓練されてもよい。例えば、設置者は、測定ツールを使用して、望ましくない採光条件をもたらすことになる太陽位置の範囲を識別することができる。場合によっては、設置者は、他の採光モジュール（例えば、モジュールＡ、Ｂ、またはＣ）によってまだ補償されていない事象を識別することだけに関心を持つかもしれない。例えば、設置者は、窓の外側の落葉樹を識別した後、窓が直射日光を受けると予想される月の間、窓が暗い色合い状態に調整される季節的な事象を定義するかもしれない。

【０２６７】

場合によっては、特定の時刻に、例えばジープまたはサービストラックなどのより垂直なフロントガラスを持つ車（最悪のケース）、または例えばコンパクトセダンなどのあまり垂直に傾斜していない（より勾配のある）フロントガラスを持つ車（最善のケース）で満車になり得る隣接駐車場を有するオフィスビルなどのサイトにおいて、反射の最善のケースおよび最悪のケースのシナリオを使用するモデル化および実験を通して、事象を定義する制約を外挿することができる。さらに、モジュールＢ'を実装するために開示された技術は、反射および／または影を含むシナリオに限定されない。

【０２６８】

場合によっては、光学的に切り替え可能な窓の色合い状態を制御するためにも使用されるアプリケーションを使用して、事象を定義することができる。例えば、色合い調節可能な窓を制御しているユーザーが、動作中の予測制御アルゴリズムが適していない事象に気付いたとき、ユーザーは、１つ以上の制約を使用して事象を定義することができ、これらの制約が次に使用済みモジュールＢ'になり得て、将来の発生その事象を決定または予測する。事象を識別するとき、アプリケーションは、事象が発生したときに窓に適用されることになる色合いレベルまたは他の色合い調整を、ユーザーが選択することを可能にし得る。例えば、ユーザーは、色合い状態を色合い状態４に調整すること、または色合いが単

に１つの色合い状態ずつ増分的に暗くされることを選択することができる。例示的な一例として、ユーザーが、４月１日の午前９時５分と午前９時２０分との間に近くの建物に反射される望ましくないグレアを観察することがある。窓を制御するためのアプリケーション内で、ユーザーは次に、新しい事象を定義するために使用される特徴を選択することができる。ある場合、ユーザーは、事象が４月１日の午前９時５分と午前９時２０分との間に起こったこと、および同様な採光条件下では暗い色合いを適用すべきことをただ示すだけでもよい。この情報を入力すると、アプリケーションは、太陽計算機を使用して、事象が、ユーザーによって示された期間に対応する特定の範囲の太陽高度および／または方位の制約に分類されることを示唆することができる。場合によっては、アプリケーションはまた、事象が観察された時間に対応する他の制約を特定し、ユーザーが、その事象を定義するための追加の制約を選択または提供することを示唆する。例えば、アプリケーションは、観察された事象が発生したときの特定のユーザー、気象条件、または屋内温度条件を識別し、事象を定義するために何らかの制約が必要な場合に、どれであるかをユーザーに尋ねることができる。

【０２６９】

場合によっては、窓ネットワークを制御または設計するためのアプリケーションは、事象を定義する制約を識別するために、３次元建築モデルを使用することができる。例えば、３次元建築モデルを使用して、特定の反射または遮蔽事象に関連付けられることになる太陽高度および／または方位値の範囲を自動的に提供するように、アプリケーションを構成することができる。場合によっては、遮蔽または反射を引き起こす可能性のある物体を、建物モデルに簡単に追加することができる。図４０は、建物モデルの選択された窓４０２０でグレアをもたらす、太陽の高度および／または方位値の範囲を提供する３次元建物モデル４０１０を使用することができるアプリケーションのためのグラフィカルユーザーインターフェースを示す。ユーザーは、建物モデル４０１０に隣接する駐車場オブジェクト４０３０を容易に作成することができるであろう。場合によっては、オブジェクトは、オブジェクトのライブラリから建物モデルファイルにインポートされ得る。場合によっては、駐車場オブジェクトは、例えば、フロントガラスが光を反射する角度の共通的な範囲を含む反射情報を含んでもよい。建物モデルからの寸法情報および駐車場オブジェクト４０３０に関連付けられた反射情報を使用して、アプリケーションを、事象が定義され得る建物モデル上の選択された窓４０２０に対する制約４０２２を出力するように構成することができる。３次元建築モデルを使用して、光学的に切り替え可能な窓を制御および設計するためのアプリケーションの追加の例が、２０１７年１１月２０日に出願された「ＡＵＴＯＭＡＴＥＤ　ＣＯＭＭＩＳＳＩＯＮＩＮＧ　ＯＦ　ＣＯＮＴＲＯＬＬＥＲＳ　ＩＮ　Ａ　ＷＩＮＤＯＷ　ＮＥＴＷＯＲＫ」と題するＰＣＴ特許出願第ＰＣＴ／ＵＳ１７／６２６３４号に提供されており、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【０２７０】

いくつかの実装例では、太陽が所与の日付／時刻に高度および方位の制約を満たすとき、時間ベースのスケジュールが、ある範囲の照射で設定される。したがって、上述のモジュールＢのいくつかの実装例と併せて使用される場合、高度および方位が満たされると、１０００ワット／$m^2$などの照射値がデータベースによって返される。次いで、この照射がモジュールＢによって使用されて、対応する色合い状態が決定される。したがって、図４１の例では、色合い状態の列９０１６は、照射値が所望の色合い状態に対応する、日付／時刻ならびに高度および方位値の許容範囲に関連付けて格納された照射値の列と置き換えることができる。照射値を得るために、第１の検索が、この修正されたスケジュールを格納したデータベースで実行され、次いで、窓に適用される特定の色合いレベルを得るために、第２の検索が、照射値または値の範囲に対応する色合い状態を格納したテーブルで実行される。

【０２７１】

モジュールＢ'のいくつかの実装例では、事象が発生したとして識別されたとき、またはそのような事象の組合せが発生したとき、事象ベースのモデルは、その事象（複数可）

に対応する指定された色合い状態を窓に適用することによって事象（複数可）を補償するように構成される。例えば、時間ベースのスケジュールは、特定の基準が、太陽の位置に関連付けられた特定の制約を満たす場合、スケジュールで識別されたユーザー指定の色合い状態が窓に適用されるべきことを指定することができる。場合によっては、スケジュールは、例えば、ルールの特定の条件が満たされたときなど、所与の事象に適切と思われる色合いレベルを指定するために維持され得るデータベースまたはテーブルの形態であってもよい。

【０２７２】

図４１は、いくつかの実施形態による、色合いレベルを窓に適用させることになる事象が発生したかどうかを判定するための太陽の高度および方位の制約を提供する時間ベースのスケジュール９０００を表すテーブルである。図４１では、所与の日付および時刻に窓に適用されるべき特定の色合いレベルをトリガするために、所望の範囲の太陽の高度および方位の値が決定されている。スケジュール９０００は、列９００４に示されるように、行が、所与の暦年の１月１日に始まり、１２月３１日まで続く、６分の増分で定義された年間モデルである。各行について、太陽高度値の許容範囲が制約列９００８で特定され、太陽方位値の許容範囲が、同様に制約列９０１２で特定される。検出された太陽高度および太陽方位が列９００８および９０１２の制約内にあるときに窓に適用されるべき対応する色合い状態が、列９０１６で特定される。図４１の例では、各行は、所与の日付および時刻における現在の太陽の高度および／または方位に適用されるべきルールを表す。

【０２７３】

例として、図４１では、列９００４の行１８で識別された日付および時刻において、８０度の最小方位および２８０度の最大方位が、列９０１２の方位の制約を画定する。同様に、６度の最小高度および３２度の最大高度が、列９００８の高度の制約を画定する。したがって、検出された太陽方位が８０～２８０の範囲内にあり、検出された太陽高度が６～３２の範囲内にあるとき、列９０１６で識別されるような色味レベル３が、窓を色合い調節するために返される。太陽の現在の高度および方位は、上述のように計算機を使用して検出することができ、あるいはそうでなければ、監視することができる。いくつかの実装例では、現在の高度および方位値は、図４１の列９００４のすぐ右の２つの列に示されるように記録される。スケジュール９０００の行１８に戻ると、２０１６年１月１日の時刻１時３６分において、検出された太陽高度は６～３２度内になく、監視された太陽方位は８０～２８０度内にないので、これらの制約に関連付けられた事象は発生しておらず、列９０１６から色合いレベルは返されない。

【０２７４】

図４１の時間ベースのスケジュール９０００は、暦年の各日の太陽の高度および方位の範囲に対する所望の色合いレベルを、６分間隔または列９００４に指定される何らかの他の間隔で、決定および記録することによって作成される。前述のように、様々な要因がこれらの決定に寄与し得、それらの要因は、遮断および反射の事象、選択されたユーザーの好み、気象情報、および窓ネットワークを介して提供されるセンサー情報を含むが、これらに限定されない。

いくつかの他の実装例では、上述のように、時間ベースのスケジュールは、特定の日付／時刻に対応する、色合い状態ではなく、照射値の列を有している。そのような実装例では、現在の日付／時刻を使用して検索が実行されると、１０００ワット／$m^2$などの照射値が返される。次いで、返された照射値に対する色合い状態を決定するための方法が実行され得る。したがって、いくつかの実施形態では、テーブルまたはデータベースを使用して、特定の事象の事象を識別するために使用されるルールの枠組みを使用してスケジュールを実施することができる。例えば、平日の午後３時００分において、テーブルの行内に提供されたユーザーの好みによって、窓の色合い状態が、例えば１～５のスケール上の色合いレベル４であるべきことを命令することができる。この例では、平日の午後３時００分に発生するのは、モジュールＢ'の事象ベースのモデルを駆動する事象である。

【０２７５】

モジュールＢの晴天モデルがモジュールＢ'の事象ベースのモデルとともに使用されるいくつかの実装例では、予測された太陽束が、特定の日付および時刻の環境または他の事象駆動型情報を考慮することによって、オーバーライドされ得る。したがって、いくつかの実装例では、所与の日付および時刻についてＲａｄｉａｎｃｅによって計算された太陽束の値が、例えば、上述のように指定された制約を有する事象ベースのルールが満たされるときなど、その日付および時刻における識別可能な事象にリンクされた置換値によってオーバーライドされることがある。所与の日付／時刻に事象が識別されない場合、Ｒａｄｉａｎｃｅの値を使用することができる。いくつかの実装例では、太陽束の値の年次計算が行われた後に、太陽束の値を使用して色合いレベルが決定される。

【０２７６】

いくつかの実装例では、モジュールＢ'は、１つ以上の制約が満たされているかどうかに応じて、複数の色合い状態レベルを出力として提供するように構成することができる。例示的な一例として、第１の制約または第２の制約のみが満たされる場合、モジュールはレベル２の色合い状態を出力し得るが、両方のうちの第１および第２の制約が満たされ、モジュールは、レベル３の色合い状態を出力するように構成され得る。場合によっては、モジュールＢ'は、「ｉｆ」、「ｅｌｓｅ」、または「ｗｈｉｌｅ」ステートメント含む従来のプログラミングループを使用して、さまざまな制約を評価するように構成されてもよい。例えば、場合によっては、特定のユーザーが光学的に切り替え可能な窓を制御している間に第１の制約が満たされた場合にのみ、特定の色合いレベルが出力し得る。事象を定義する制約の実施がスケジューリングテーブルの形態で説明されてきたが、当業者は、制約がコンピュータ可読媒体内に格納、またはコンピュータ可読媒体内で評価され得る複数のフォーマットがあることを理解するであろう。

【０２７７】

場合によっては、優先順位が特定の制約に、他のものに優先して与えられる重み付きスケールで、制約が評価されてもよい。場合によっては、入力値が、最終色合い状態を決定する際の重み係数として使用されてもよい。例示的な一例として、窓を通してグレアが見られる原因となる事象が、曇量指数に基づいて、それほど深刻ではないと見なされることがある。したがって、晴れた日には物事の状態がレベル１からレベル４に調整される得る一方、曇った日には、窓の色合いレベルは、色合い状態レベル３にのみ調整され得る。

【０２７８】

モジュールＢ'の事象ベースのモデルの事象が反射および／または影に関連するいくつかの実装例では、予備処理ステージを、すなわち、モジュールＡ、Ｂ'、およびＣのインテリジェンスロジックが実行される前に、実行することができる。非限定的な例では、建物の前／後ろ／横の駐車場に駐車されている車など、建物の外側に位置付けられた反射性の物体を考慮して、特定の色合いレベルが適用されるべき太陽の高度および方位の範囲を決定することができる。場合によっては、太陽高度の制約および太陽方位の制約であって、太陽が車に反射する可能性のある識別可能な値の範囲を提供する、制約を、実験データを通じて導き出すことができる。場合によっては、実験データは、窓ネットワークを設計および／または制御するために使用され得る３次元建築モデルに関連付けられた物体内に保存することができる。いくつかの実施形態では、太陽計算機を使用して、（図４１に示されるような）年間スケジュールを、コンピュータ可読媒体に格納され、インテリジェンスロジックが実行されたときにアクセスされるように生成することができる。スケジュールについてデータベースの検索を実行して、窓の色合い調整を引き起こすためのルールの条件が満たされているかどうかを判断することができる。この目的で、スケジュールに日付および時刻のインデックスを付けることができる。したがって、例えば、太陽が、指定された高度および方位値の範囲内にある１２月１５日の午後２時５分において、スケジュールは、所与の窓に色合いレベル２を適用するよう命令することができる。いくつかの実装例では、太陽が高度および方位の制約を満たすときに所与の日付／時刻に適用される特定の色合い状態は、実験を通じてユーザーによって決定され得る。いくつかの他の実装例では、色合い状態は自動的に識別または導出される。

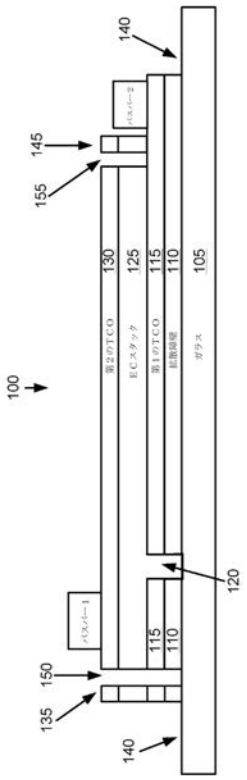
【０２７９】
図４２は、いくつかの実施形態による、モジュールＢ'の詳細を示すフローチャートである。図４２では、処理は９１０４で開始する。図４１のスケジュール９０００のようなデータベーステーブルにインデックスを付けるための基準は、図４２の９１０８で検索されるか、そうでなければ受け取られる。例えば、現在の日付および時刻は、タイマー、システムクロック、または他の一般に利用可能なコンピューティング資源によって提供され得る。現在の日付、時刻、または色合いレベルのいずれも、図４１のスケジュール９０００、または同様の情報を格納する他のデータベーステーブルにインデックスを付けるための基準として機能し得る。例えば、図４２の９１１２において、現在の日付および時刻が２つの基準であり、それらを使用してスケジュール９０００の列９００４にインデックスを付けることによって、データベースの検索を実行することができる。現在の日付および時刻がスケジュール９０００の行１８のものと一致するとき、例として、図４２の９１１６において、行１８に対する列９００８内に識別された高度の制約を得ることができ、同様に列９０１２の方位の制約を得ることができる。
【０２８０】
したがって、図４２の９１２０で、現在の太陽の高度および方位が、図４１のスケジュール９０００の列９００８および９０１２の制約内にあるかどうかを判断することができる。現在の太陽高度および太陽方位は、上述のように、太陽位置計算機を使用して計算することができる。当業者は、いくつかの実装例では、列９０１６で識別される色合い状態を出力する前に、高度および方位の両方の制約が満たされなければならないことを理解されたい。いくつかの他の実装例では、太陽高度の制約または太陽方位の制約のいずれかが満たされると、列９０１６の対応する色合い状態が出力されることになる。
【０２８１】
図４２の９１２０で１つ以上の制約が満たされると、９１２４において、列９０１６で識別された対応する色合い状態が、窓に適用されるべき出力として返された後に、９１２８で任意の追加の処理が続けられる。９１２０に戻って、１つ以上の制約が満たされないとき、色合い状態が返されない、または「エラー」状態が返された後に、９１２８に示されるように、追加の処理が続けられる。
【０２８２】
上記のような技術は、コンピュータソフトウェアをモジュール式または統合方式で使用する制御ロジックの形態で実施することが可能であることを理解されたい。本明細書で提供される開示および教示に基づいて、当業者は、ハードウェア、およびハードウェアとソフトウェアとの組み合わせを使用して開示された技術を実施するための他の手段および／または方法を知り、理解するであろう。
【０２８３】
本出願に記載されるソフトウェアコンポーネントまたは機能のうちのいずれも、例えば、従来のもしくはオブジェクト指向の技術を使用する、例えば、Ｊａｖａ（登録商標）、Ｃ＋＋、またはＰｙｔｈｏｎなどの任意の好適なコンピュータ言語を使用して、プロセッサによって実行されるソフトウェアコードとして実装され得る。ソフトウェアコードは、ランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）、リードオンリメモリ（ＲＯＭ）などのコンピュータ可読媒体、ハードドライブまたフロッピーディスクなどの磁気媒体、もしくはＣＤ－ＲＯＭなどの光媒体上に、一連の命令またはコマンドとして格納されてもよい。任意のそのようなコンピュータ可読媒体は、単一の計算装置上または中に存在してもよく、システムまたはネットワーク内の異なる計算装置上または中に存在してもよい。
【０２８４】
前述の開示された実施形態は、理解を容易にするためにある程度詳細に記載されているが、記載された実施形態は例示的であり、限定的ではないと考えられるべきである。特定の変更および修正が、添付の特許請求の範囲内で実施され得ることが、当業者には明らかであろう。
【０２８５】

窓または建物の内部を通って受けられる採光を制御するための前述の開示された実施形態は、エレクトロクロミック窓のような光学的に切り替え可能な窓との関連で記載されてきたが、当業者は、本明細書に記載の方法が、窓用日よけ、窓用カーテン、窓用ブラインド、または光が建物の内部空間に達するのを制限または遮断するように調整され得る他のデバイスの位置を調整するための適切なコントローラ上でどのように実施され得るかを理解できる。場合によっては、本明細書に記載の方法を使用して、１つ以上の光学的に切り替え可能な窓の色合い、および窓用日よけ装置の位置の両方を制御することができる。全てのそのような組み合わせが本開示の範囲内に入ることを意図している。

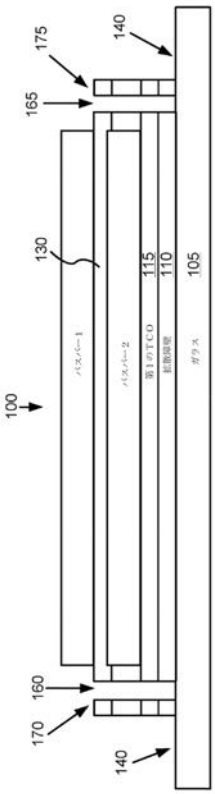
【０２８６】

本開示の範囲から逸脱することなく、任意の実施形態からの１つ以上の特徴を任意の他の実施形態の１つ以上の特徴と組み合わせることができる。さらに、本開示の範囲から逸脱することなく、任意の実施形態に対して修正、追加、または省略を行うことができる。任意の実施形態の構成要素は、本開示の範囲から逸脱することなく、特定の必要性に従って統合または分離することができる。

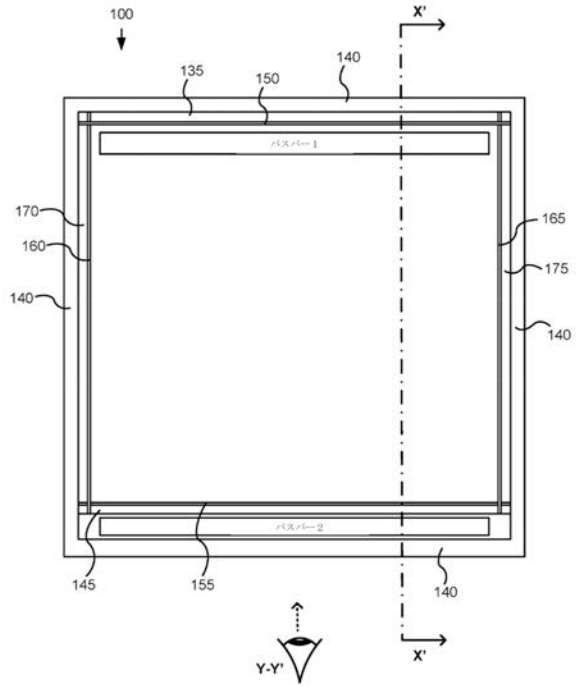
【図１Ａ】



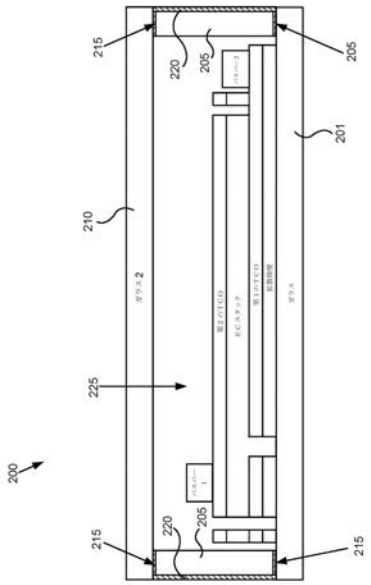

【図１Ｂ】



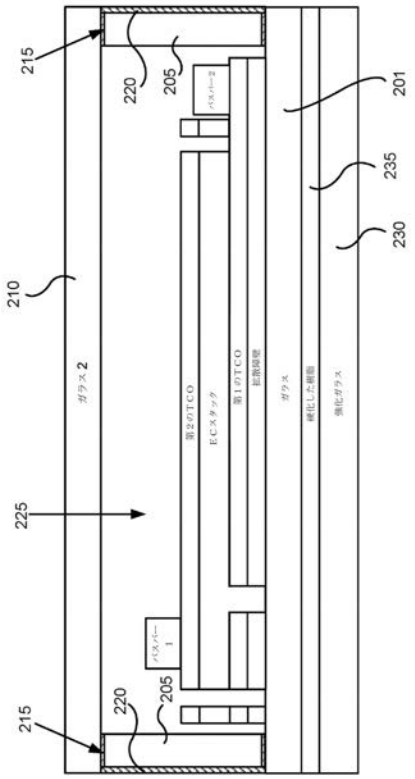
【図１Ｃ】




【図２Ａ】




【図２Ｂ】




【図３Ａ】

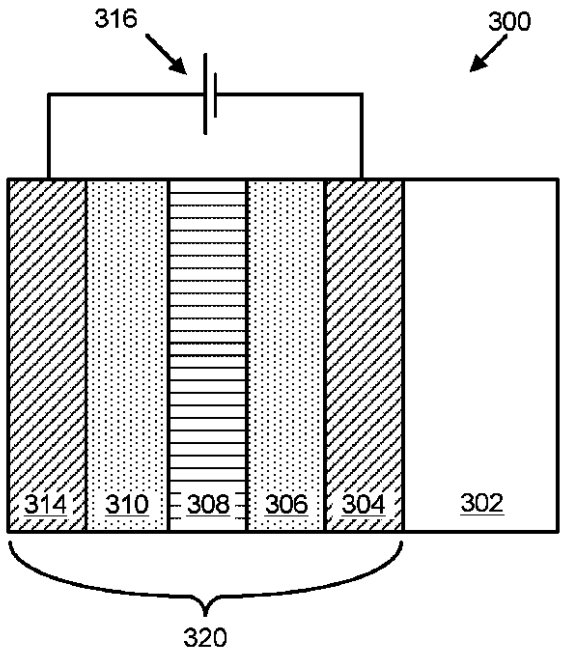



FIG. 3A

【図３Ｂ】

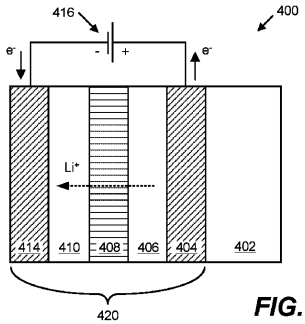



FIG. 3B

【図３Ｃ】

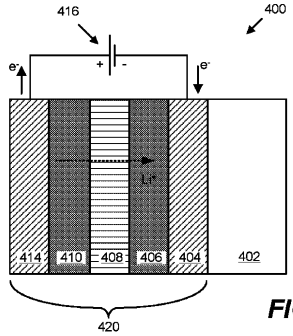
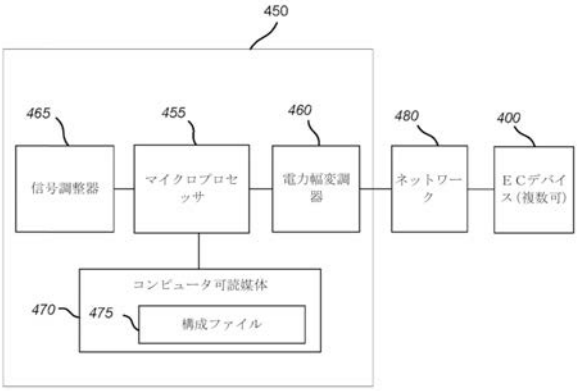
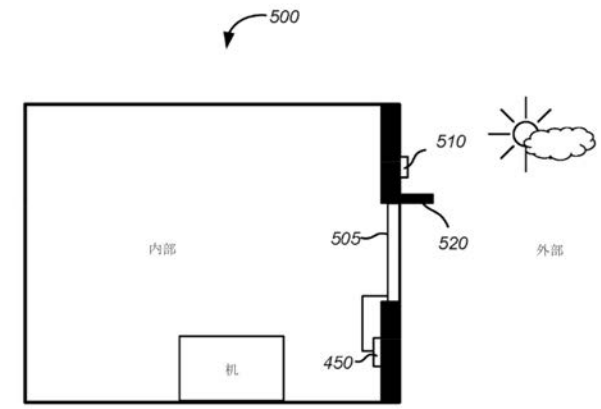



FIG. 3C

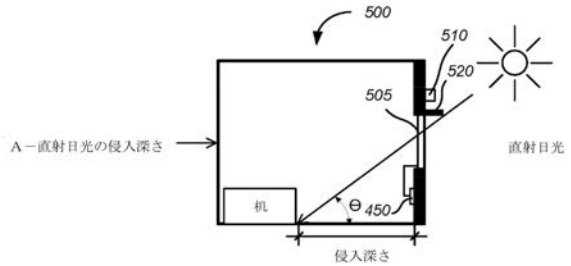
【図４】



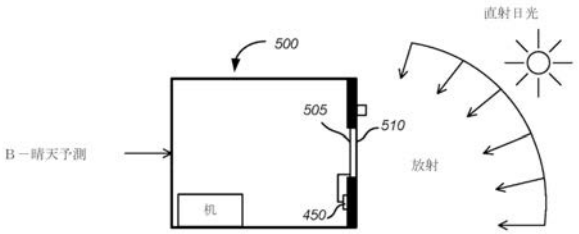

【図５】



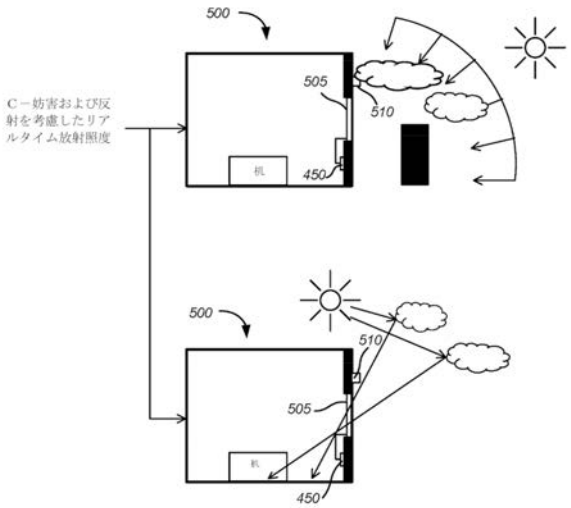

【図６Ａ】



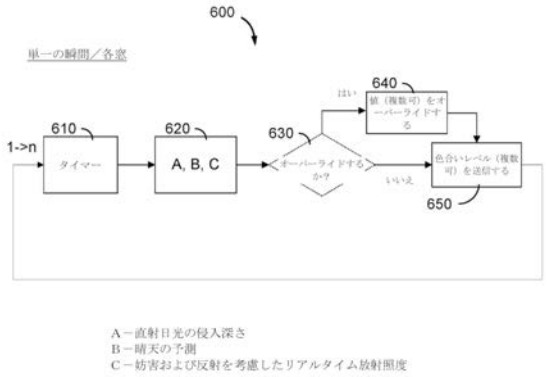

【図６Ｂ】




【図６Ｃ】

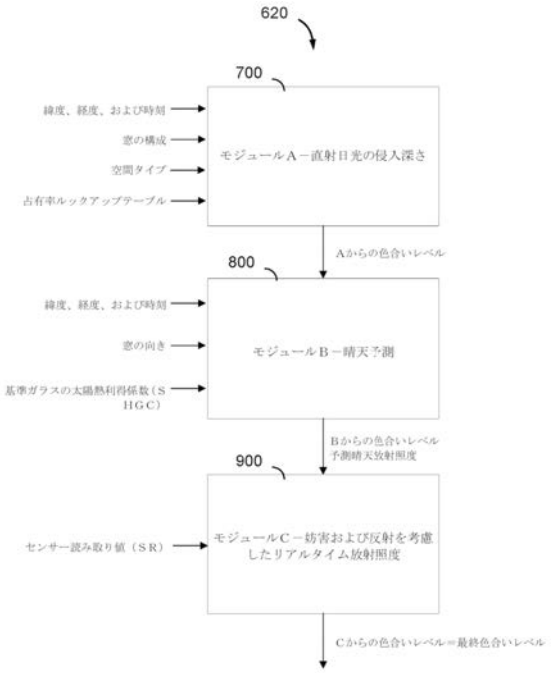


【図７】

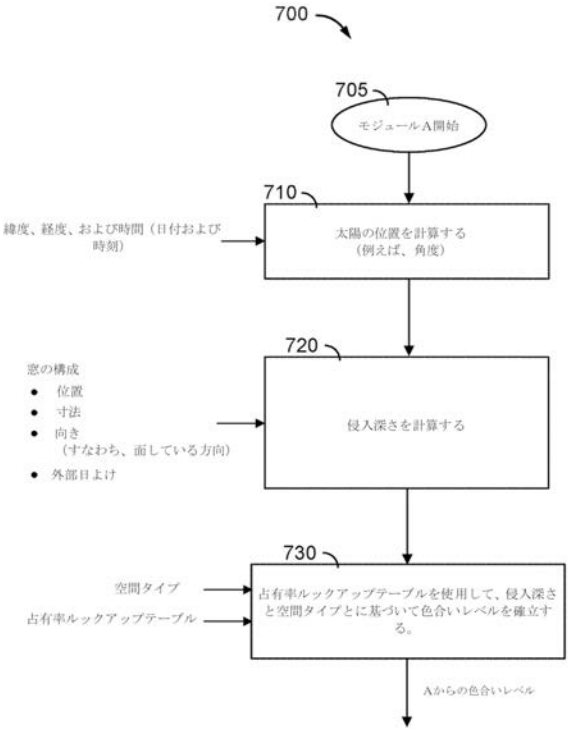



A－直射日光の侵入深さ
B－晴天の予測
C－妨害および反射を考慮したリアルタイム放射照度

【図８】




【図９】



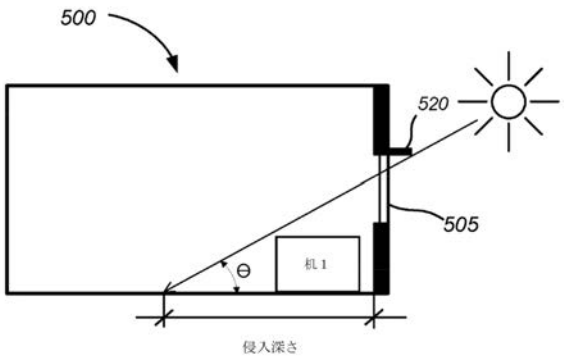

【図１０】

占有率ルックアップテーブル

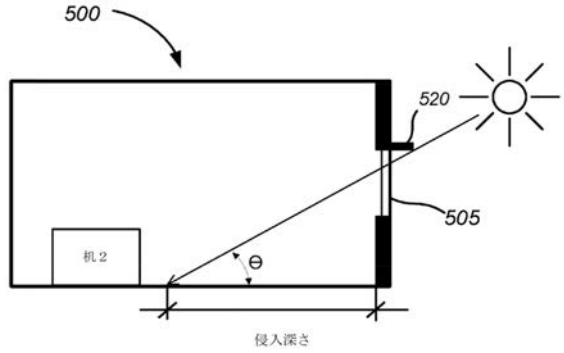
色合いレベル（SGHC値）

| 空間タイプ ／ 侵入深さ | 机１ | 机２ | ロビー |
|---|---|---|---|
| フィート | 10 (0.60) | 0 (0.80) | 0 (0.80) |
| 4フィート | 20 (0.40) | 5 (0.70) | 0 (0.80) |
| 6フィート | 30 (0.20) | 10 (0.60) | 5 (0.70) |
| 8フィート | 35 (0.10) | 20 (0.40) | 10 (0.60) |
| １０フィート | 35 (0.10) | 35 (0.10) | 10 (0.60) |
| １２フィート | 35 (0.10) | 35 (0.10) | 15 (0.50) |

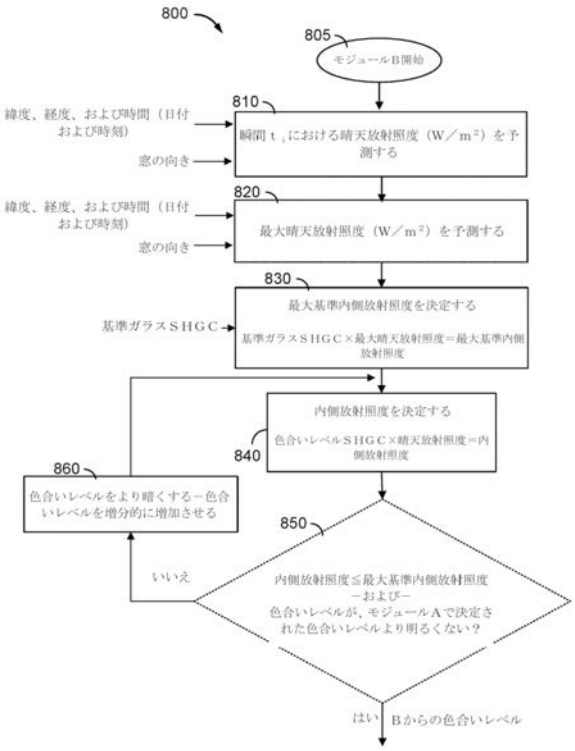
【図１１Ａ】



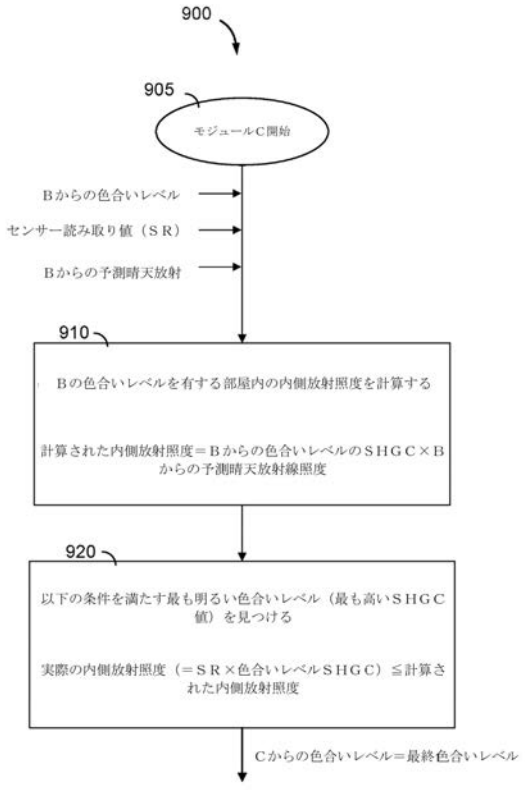

【図１１Ｂ】



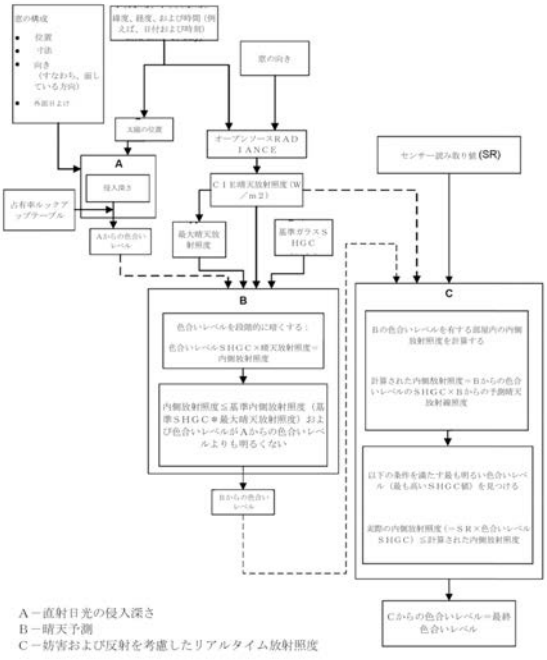

【図１２】



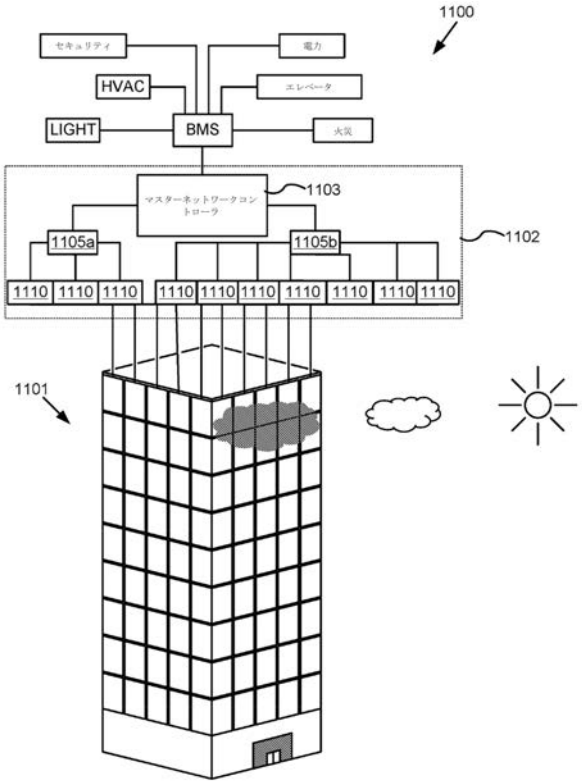

【図１３】



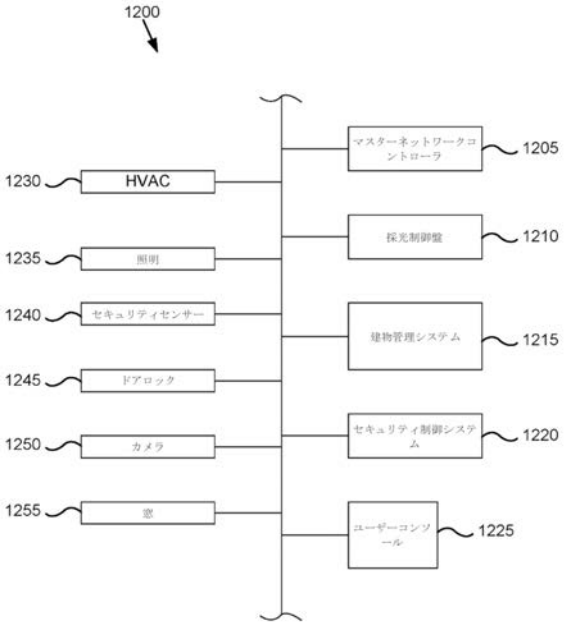

【図１４】



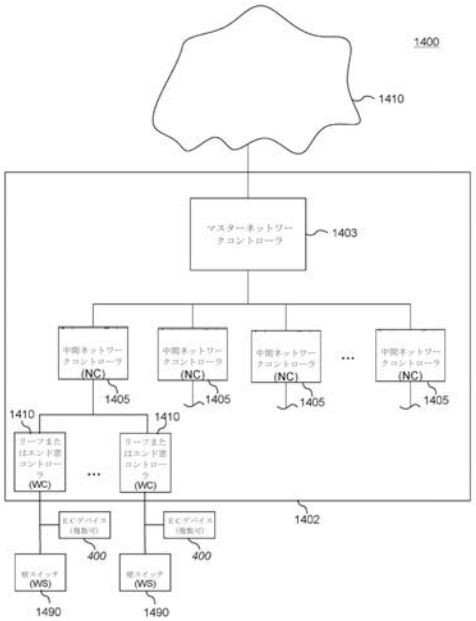
【図１５】



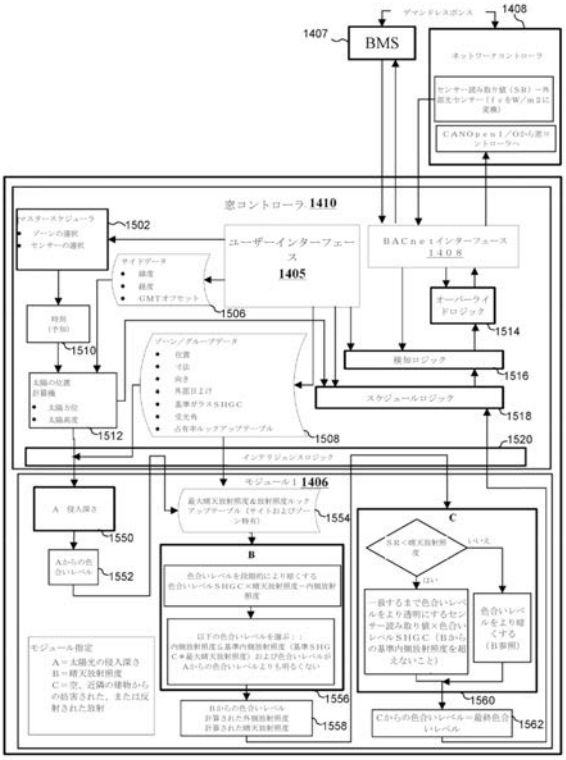

【図１６】




【図１７】




【図１８】



【図１９】

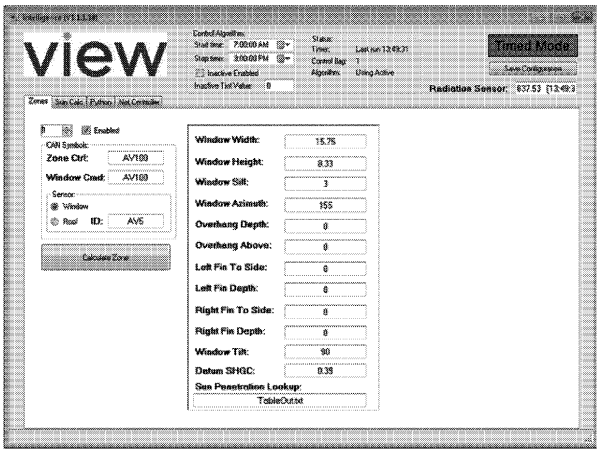
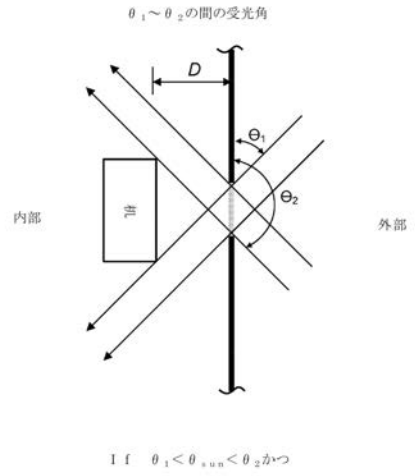


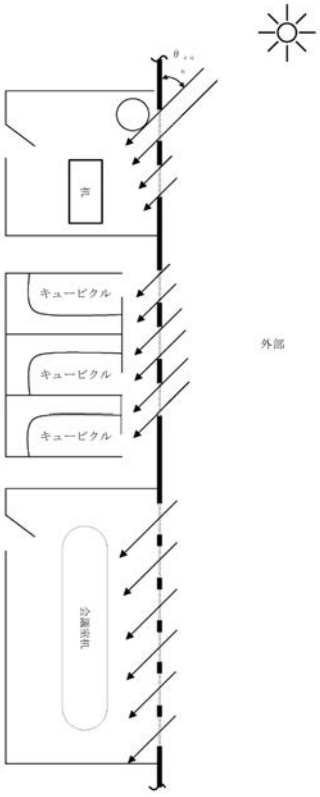

*FIG. 19*

【図２０】

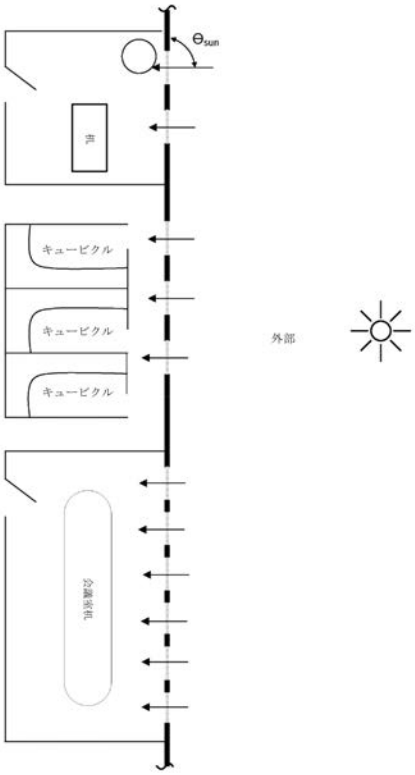



| 侵入深さ | $T_{vis}$ | $\Theta_1$ | $\Theta_2$ |
|---|---|---|---|
| ２フィート | 63% | 30° | 120° |
| ４フィート | 40% | 30° | 120° |
| ８フィート | 20% | 30° | 120° |
| １５フィート | 4% | 30° | 120° |

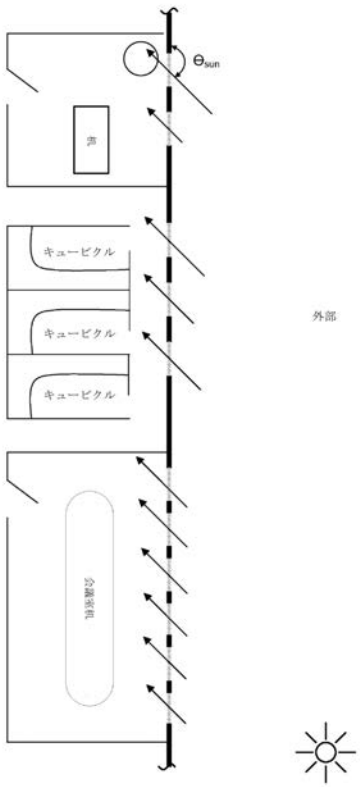
【図２１Ａ】



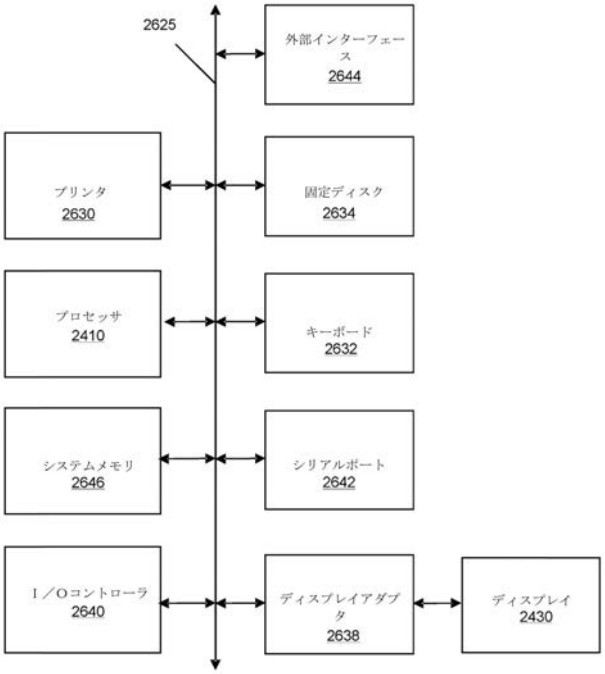

【図２１Ｂ】



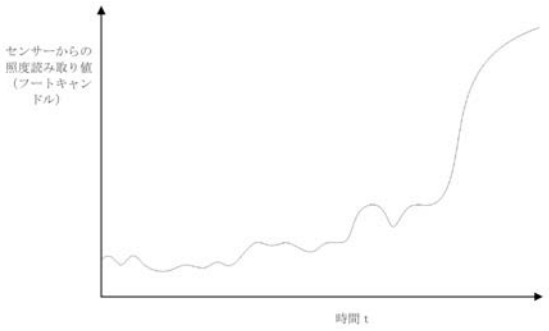
【図２１Ｃ】



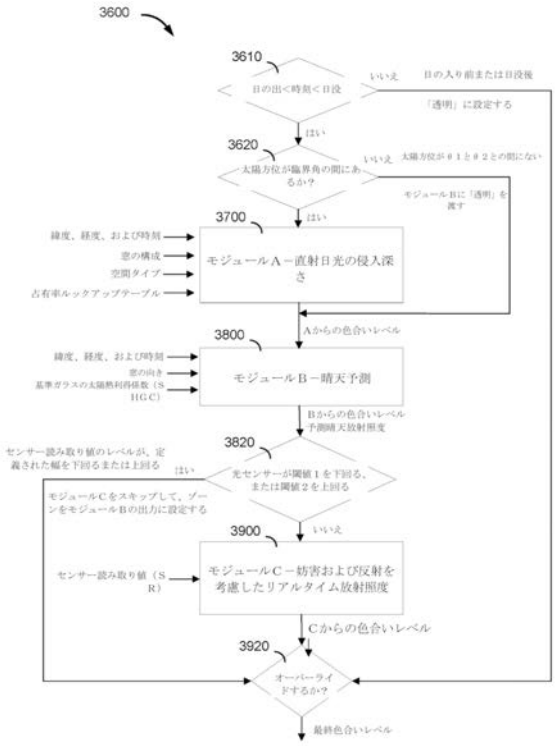

【図２２】



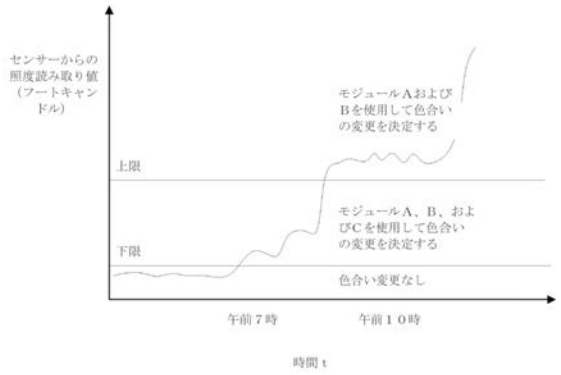

【図２３】



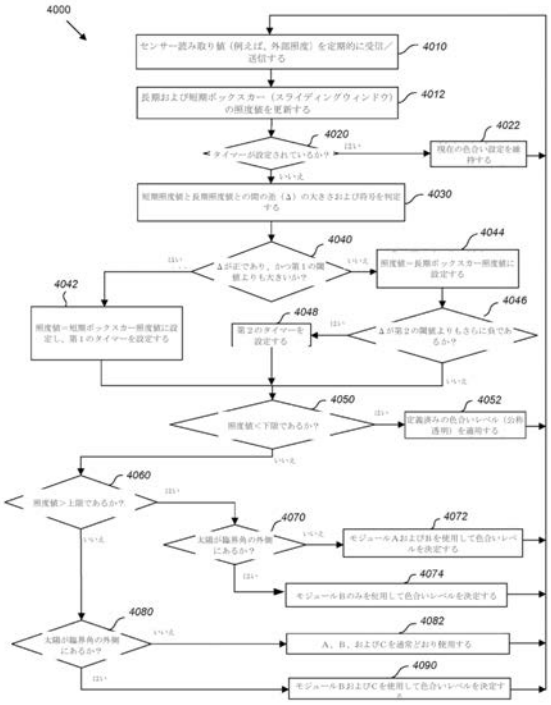

【図２４Ａ】



【図２４Ｂ】




【図２５Ａ】




【図２５Ｂ】

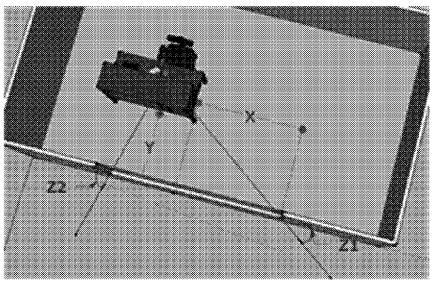
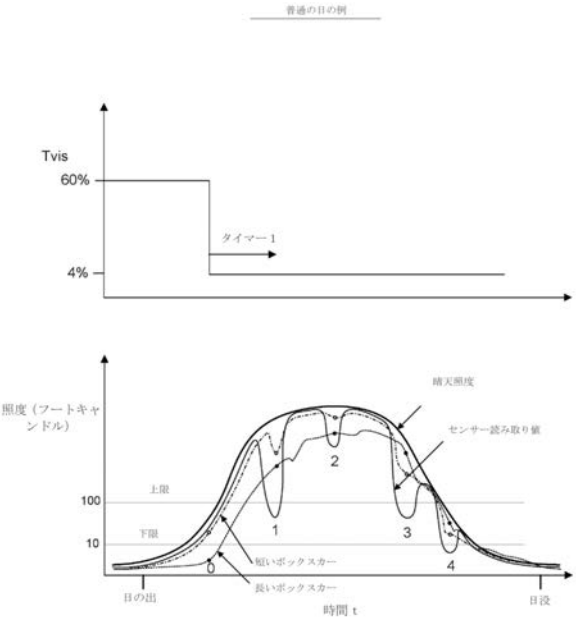
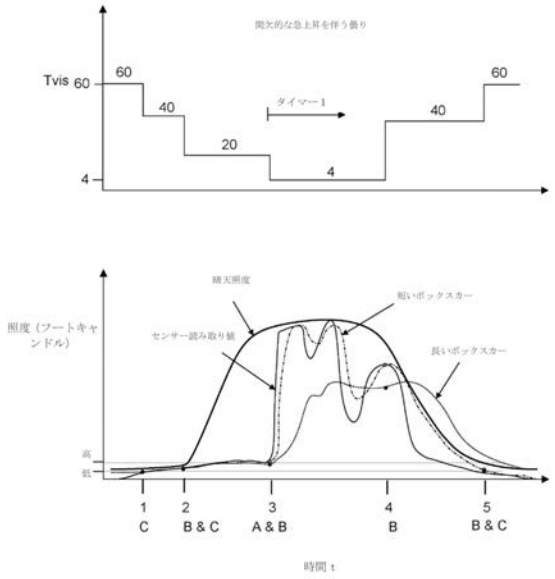



***FIG. 25B***

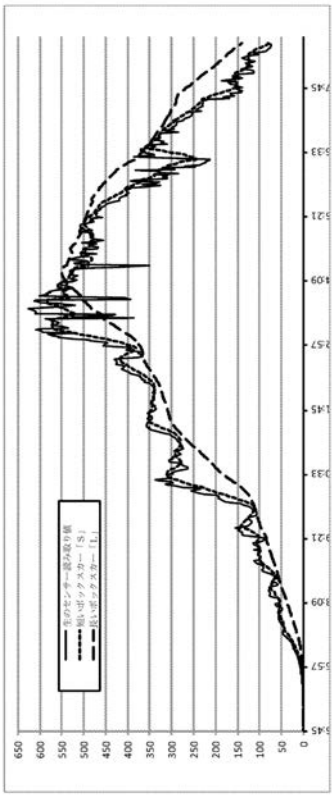
【図２６Ａ】



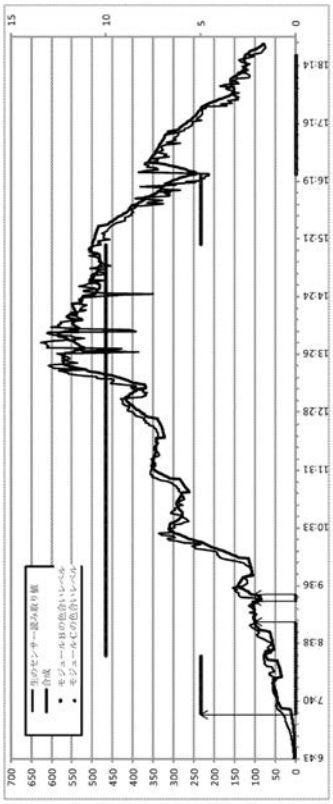
【図２６Ｂ】



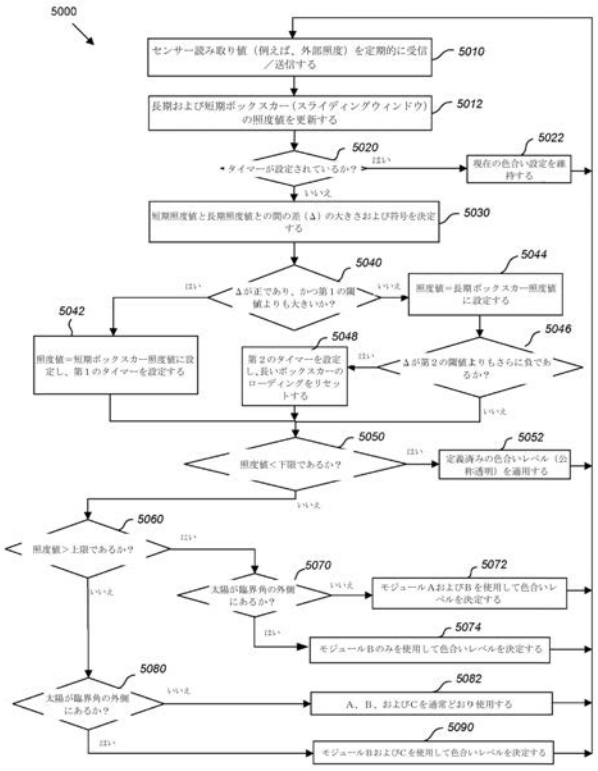

【図２７Ａ】



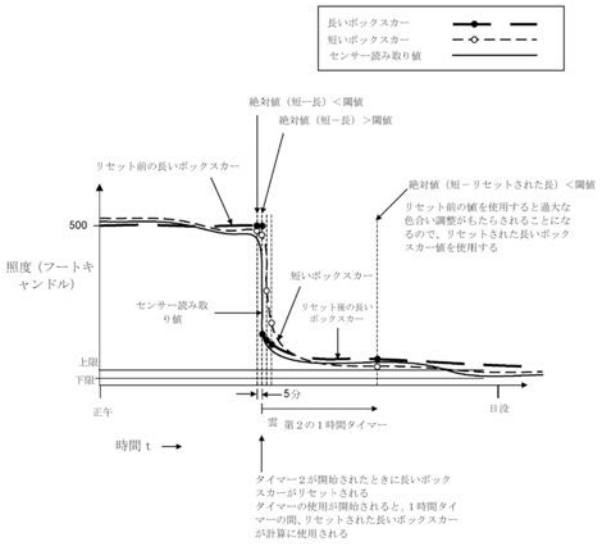
【図２７Ｂ】



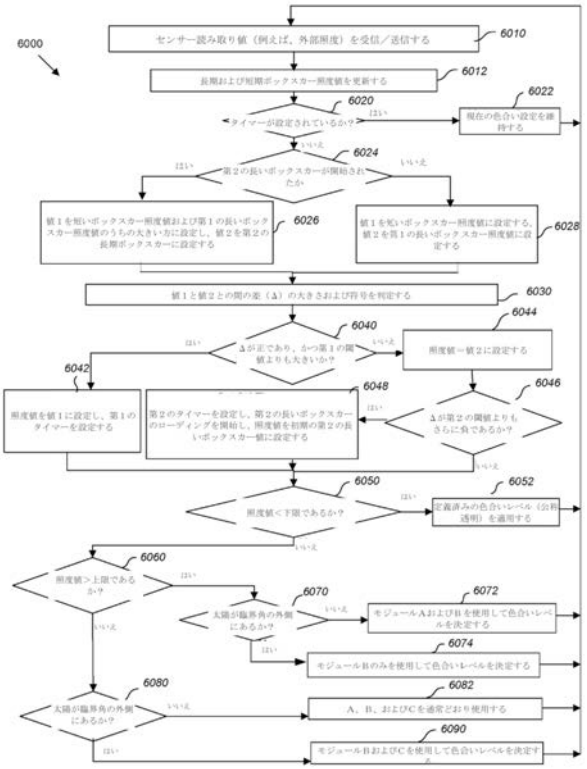
【図２８Ａ】



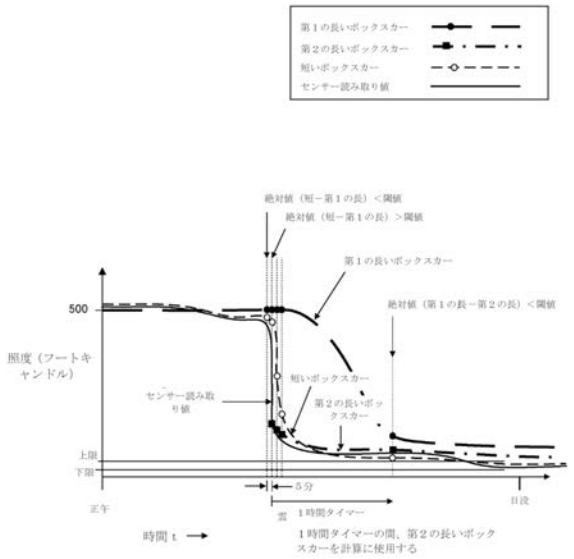
【図２８Ｂ】



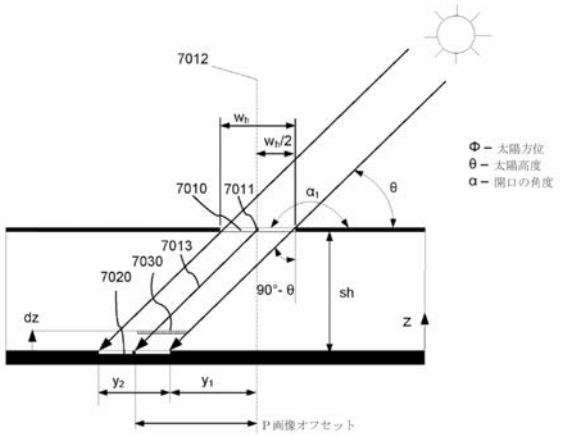

【図２９Ａ】



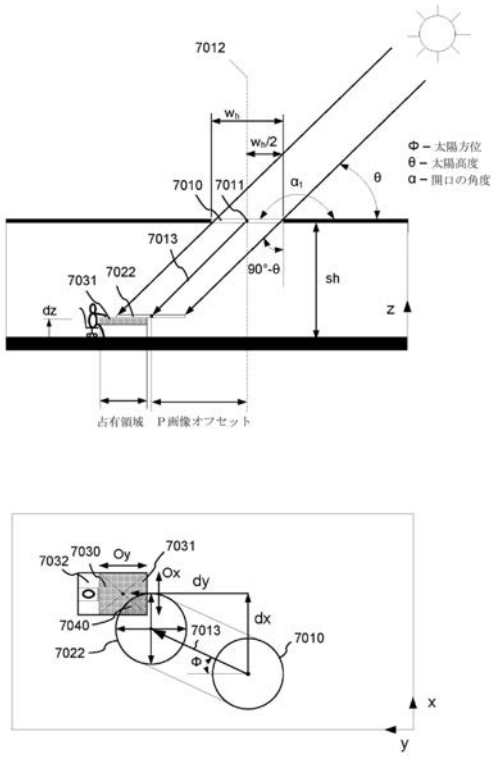

【図２９Ｂ】



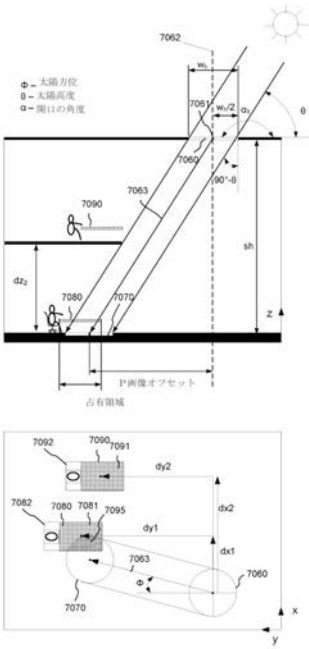

【図３０】



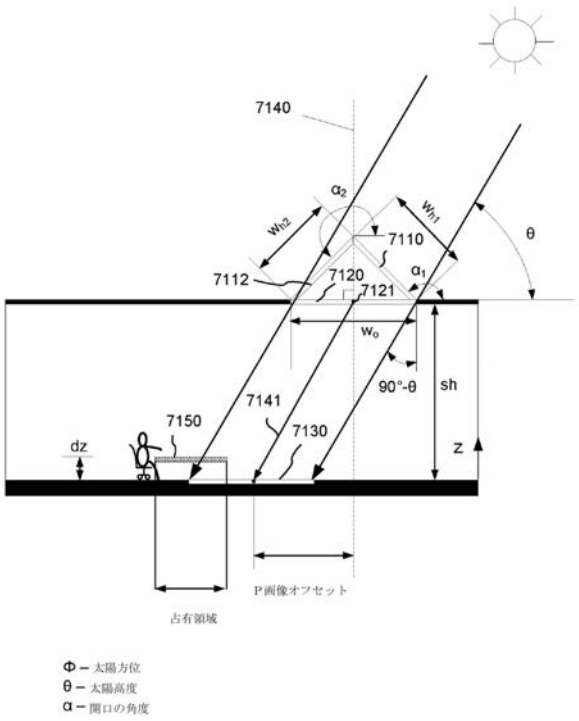
【図３１】



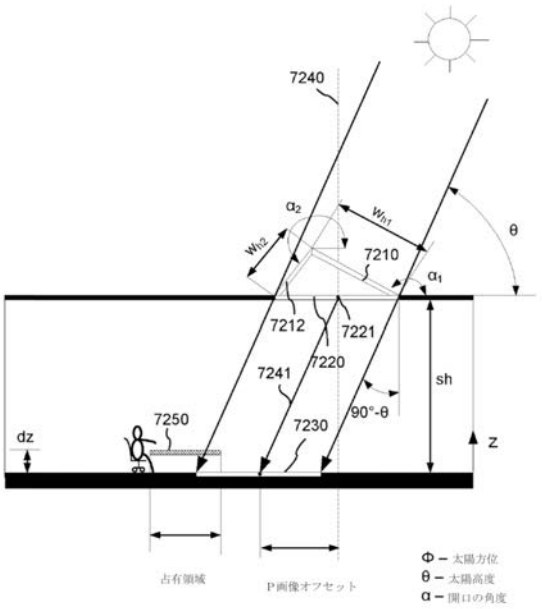

【図３２】



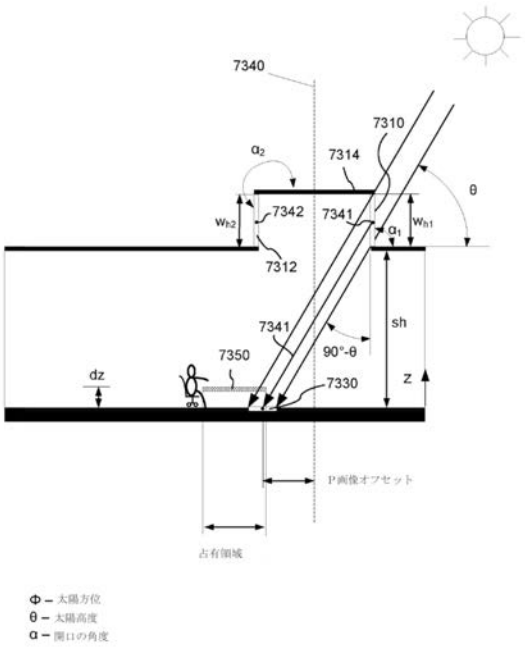

【図３３】



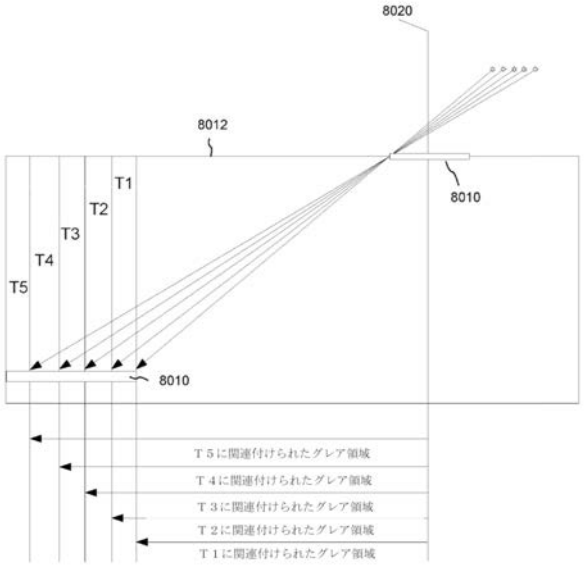

【図３４】



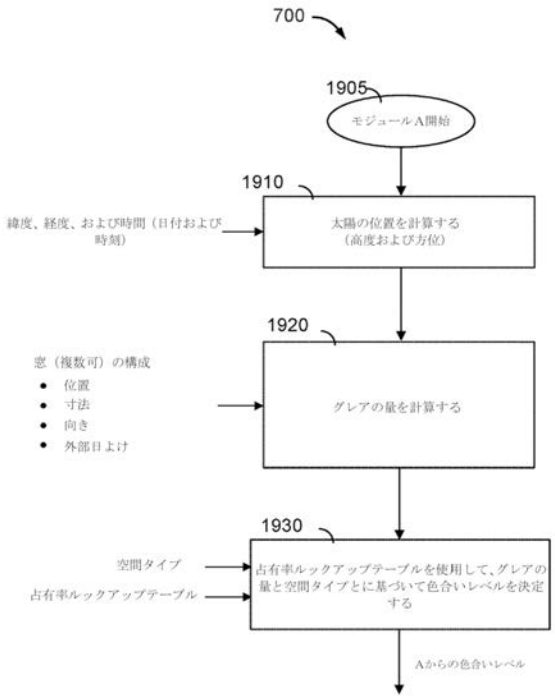
【図３５】



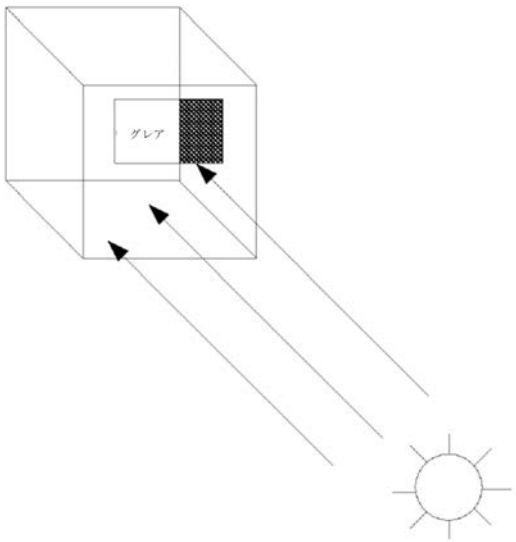

【図３６】




【図３７】




【図３８】



【図３９Ａ】

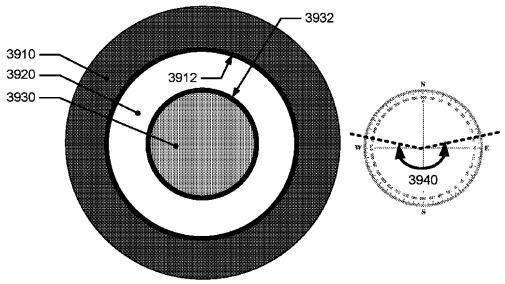



FIG. 39A

【図３９Ｂ】

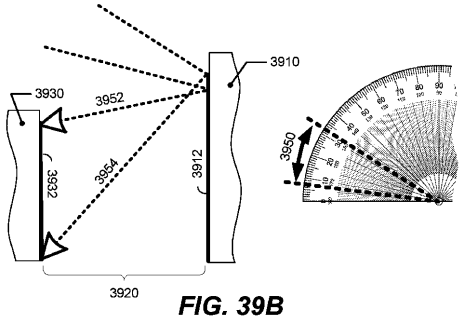
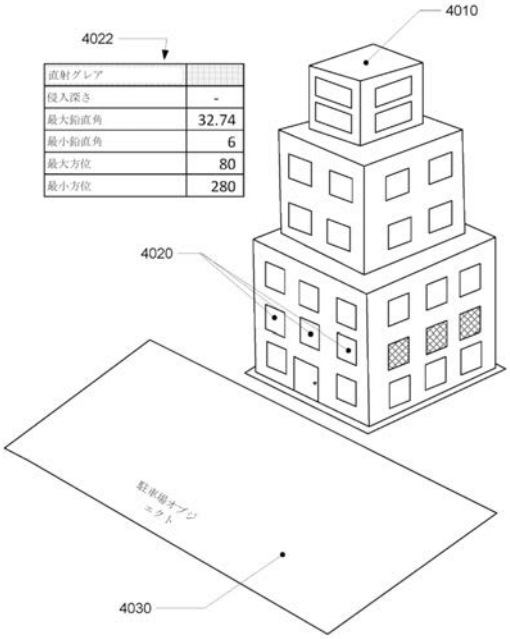
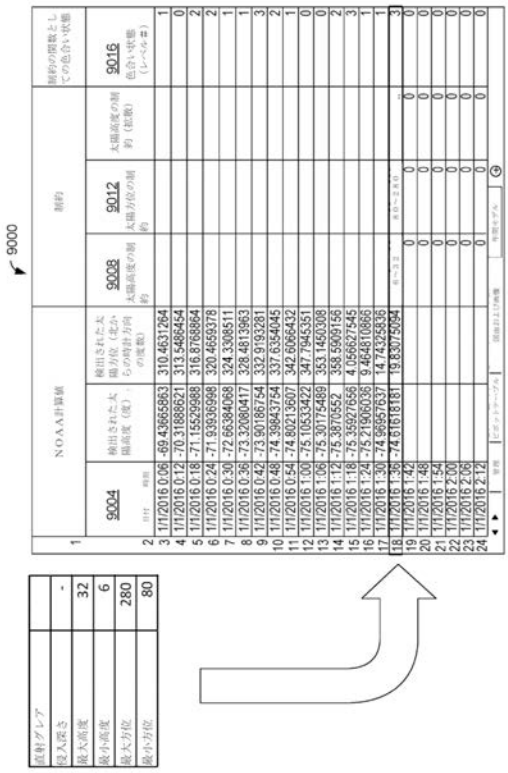



FIG. 39B

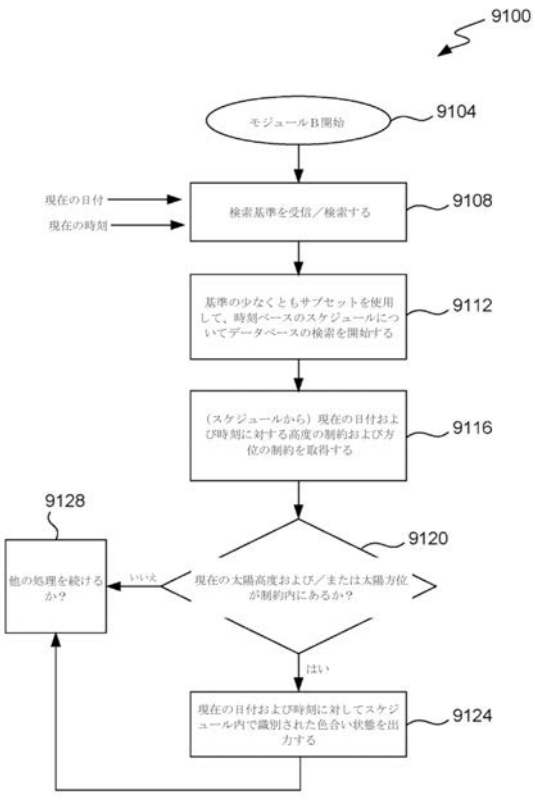
【図４０】




【図４１】




【図４２】



【国際調査報告】

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
**PCT/US2017/066198**

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

**G02F 1/163(2006.01)i, E06B 9/24(2006.01)i, G05B 15/02(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G02F 1/163; G01J 5/00; G06F 1/26; G02F 1/15; G01N 25/00; G05D 23/19; H04L 12/28; H04Q 9/00; G02F 1/161; E06B 9/24; G05B 15/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean utility models and applications for utility models
Japanese utility models and applications for utility models

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: tintable window network, tint state, solar position, event, transition, cloud cover

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | WO 2015-171886 A1 (VIEW, INC.) 12 November 2015<br>See paragraphs [0006]-[0053], [0111]-[0154], [0212]-[0257]; and figures 20, 26B. | 1-4,17-20,23 |
| Y | | 24-29,35 |
| A | | 12-14,22 |
| Y | WO 2016-054112 A1 (VIEW, INC.) 07 April 2016<br>See paragraph [0038]; claims 1-3; and figure 1D. | 24-29,35 |
| A | US 2012-0239209 A1 (STEPHEN C. BROWN et al.) 20 September 2012<br>See paragraphs [0030]-[0041]; and figure 1. | 1-4,12-14,17-20,22-29,35 |
| A | WO 2011-020478 A1 (VKR HOLDING A/S) 24 February 2011<br>See paragraphs [0026]-[0054]; and figure 3. | 1-4,12-14,17-20,22-29,35 |
| A | US 2013-0021659 A1 (ROBIN FRIEDMAN et al.) 24 January 2013<br>See paragraphs [0039]-[0043]; and figure 2. | 1-4,12-14,17-20,22-29,35 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents,such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 30 March 2018 (30.03.2018) | **30 March 2018 (30.03.2018)** |

Name and mailing address of the ISA/KR
International Application Division
Korean Intellectual Property Office
189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon, 35208, Republic of Korea
Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer
CHIN, Sang Bum
Telephone No. +82-42-481-8398

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.
**PCT/US2017/066198**

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☒ Claims Nos.: 5-11,15,16,21,30-34
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required addtional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
Information on patent family members

International application No.
**PCT/US2017/066198**

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| WO 2015-171886 A1 | 12/11/2015 | CA 2948668 A1 | 12/11/2015 |
| | | CN 106462023 A | 22/02/2017 |
| | | EP 3140694 A1 | 15/03/2017 |
| | | JP 2017-515160 A | 08/06/2017 |
| | | KR 10-2017-0016336 A | 13/02/2017 |
| | | TW 201606409 A | 16/02/2016 |
| WO 2016-054112 A1 | 07/04/2016 | CN 106796305 A | 31/05/2017 |
| | | EP 3201613 A1 | 09/08/2017 |
| | | US 2017-0293049 A1 | 12/10/2017 |
| US 2012-0239209 A1 | 20/09/2012 | CA 2870627 A1 | 24/10/2013 |
| | | CA 2871047 A1 | 31/10/2013 |
| | | CA 2916862 A1 | 31/12/2014 |
| | | CN 103238107 A | 07/08/2013 |
| | | CN 103261960 A | 21/08/2013 |
| | | CN 103261960 B | 08/08/2017 |
| | | CN 103492940 A | 01/01/2014 |
| | | CN 103492940 B | 15/02/2017 |
| | | CN 103547965 A | 29/01/2014 |
| | | CN 103547965 B | 08/08/2017 |
| | | CN 104114804 A | 22/10/2014 |
| | | CN 104321497 A | 28/01/2015 |
| | | CN 104321497 B | 24/08/2016 |
| | | CN 104321696 A | 28/01/2015 |
| | | CN 105431772 A | 23/03/2016 |
| | | CN 106125444 A | 16/11/2016 |
| | | CN 106796380 A | 31/05/2017 |
| | | CN 106837094 A | 13/06/2017 |
| | | CN 107390446 A | 24/11/2017 |
| | | EP 2638429 A1 | 18/09/2013 |
| | | EP 2649490 A2 | 16/10/2013 |
| | | EP 2686728 A2 | 22/01/2014 |
| | | EP 2686729 A2 | 22/01/2014 |
| | | EP 2791451 A1 | 22/10/2014 |
| | | EP 2841671 A1 | 04/03/2015 |
| | | EP 2841987 A1 | 04/03/2015 |
| | | EP 3014349 A1 | 04/05/2016 |
| | | EP 3195301 A1 | 26/07/2017 |
| | | HK 1202600 A1 | 02/10/2015 |
| | | HK 1207675 A1 | 05/02/2016 |
| | | HK 1220775 A1 | 12/05/2017 |
| | | RU 2014144632 A | 10/06/2016 |
| | | RU 2014147152 A | 20/06/2016 |
| | | RU 2016102399 A | 03/08/2017 |
| | | RU 2623920 C2 | 29/06/2017 |
| | | SG 10201608572 A | 29/12/2016 |
| | | SG 11201406676 A | 30/03/2015 |
| | | TW 201235757 A | 01/09/2012 |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
Information on patent family members

International application No.
**PCT/US2017/066198**

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| | | TW 201243470 A | 01/11/2012 |
| | | TW 201248286 A | 01/12/2012 |
| | | TW 201341927 A | 16/10/2013 |
| | | TW 201348828 A | 01/12/2013 |
| | | TW 201510605 A | 16/03/2015 |
| | | TW 201619683 A | 01/06/2016 |
| | | TW 201701042 A | 01/01/2017 |
| | | TW 201727343 A | 01/08/2017 |
| | | US 2012-0026573 A1 | 02/02/2012 |
| | | US 2012-0062975 A1 | 15/03/2012 |
| | | US 2012-0147449 A1 | 14/06/2012 |
| | | US 2012-0182593 A1 | 19/07/2012 |
| | | US 2012-0236386 A1 | 20/09/2012 |
| | | US 2012-0327499 A1 | 27/12/2012 |
| | | US 2013-0157493 A1 | 20/06/2013 |
| | | US 2013-0271812 A1 | 17/10/2013 |
| | | US 2014-0160550 A1 | 12/06/2014 |
| | | US 2014-0170863 A1 | 19/06/2014 |
| | | US 2014-0192393 A1 | 10/07/2014 |
| | | US 2014-0247475 A1 | 04/09/2014 |
| | | US 2014-0268287 A1 | 18/09/2014 |
| | | US 2014-0349497 A1 | 27/11/2014 |
| | | US 2014-0355097 A1 | 04/12/2014 |
| | | US 2015-0002919 A1 | 01/01/2015 |
| | | US 2015-0060648 A1 | 05/03/2015 |
| | | US 2015-0070745 A1 | 12/03/2015 |
| | | US 2015-0092260 A1 | 02/04/2015 |
| | | US 2015-0118869 A1 | 30/04/2015 |
| | | US 2015-0346574 A1 | 03/12/2015 |
| | | US 2015-0346575 A1 | 03/12/2015 |
| | | US 2016-0054633 A1 | 25/02/2016 |
| | | US 2016-0054634 A1 | 25/02/2016 |
| | | US 2016-0124283 A1 | 05/05/2016 |
| | | US 2016-0139477 A1 | 19/05/2016 |
| | | US 2016-0334689 A1 | 17/11/2016 |
| | | US 2016-0342060 A1 | 24/11/2016 |
| | | US 2016-0344148 A1 | 24/11/2016 |
| | | US 2016-0357083 A1 | 08/12/2016 |
| | | US 2016-0377949 A1 | 29/12/2016 |
| | | US 2017-0115544 A1 | 27/04/2017 |
| | | US 2017-0117674 A1 | 27/04/2017 |
| | | US 2017-0168368 A1 | 15/06/2017 |
| | | US 2017-0219908 A1 | 03/08/2017 |
| | | US 2017-0250163 A1 | 31/08/2017 |
| | | US 8164818 B2 | 24/04/2012 |
| | | US 8254013 B2 | 28/08/2012 |
| | | US 8643933 B2 | 04/02/2014 |
| | | US 8705162 B2 | 22/04/2014 |
| | | US 8711465 B2 | 29/04/2014 |
| | | US 8810889 B2 | 19/08/2014 |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
Information on patent family members

International application No.
**PCT/US2017/066198**

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| | | US 8864321 B2 | 21/10/2014 |
| | | US 9019588 B2 | 28/04/2015 |
| | | US 9102124 B2 | 11/08/2015 |
| | | US 9158173 B2 | 13/10/2015 |
| | | US 9348192 B2 | 24/05/2016 |
| | | US 9412290 B2 | 09/08/2016 |
| | | US 9423664 B2 | 23/08/2016 |
| | | US 9436054 B2 | 06/09/2016 |
| | | US 9442339 B2 | 13/09/2016 |
| | | US 9454055 B2 | 27/09/2016 |
| | | US 9482922 B2 | 01/11/2016 |
| | | US 9513525 B2 | 06/12/2016 |
| | | US 9645465 B2 | 09/05/2017 |
| | | US 9671665 B2 | 06/06/2017 |
| | | US 9690162 B2 | 27/06/2017 |
| | | US 9703167 B2 | 11/07/2017 |
| | | US 9728920 B2 | 08/08/2017 |
| | | US 9778532 B2 | 03/10/2017 |
| | | US 9885935 B2 | 06/02/2018 |
| | | US 9897888 B2 | 20/02/2018 |
| | | US 9910336 B2 | 06/03/2018 |
| | | WO 2012-064510 A1 | 18/05/2012 |
| | | WO 2012-078634 A2 | 14/06/2012 |
| | | WO 2012-078634 A3 | 20/09/2012 |
| | | WO 2012-125325 A2 | 20/09/2012 |
| | | WO 2012-125325 A3 | 06/12/2012 |
| | | WO 2012-125332 A2 | 20/09/2012 |
| | | WO 2012-125332 A3 | 22/11/2012 |
| | | WO 2013-090264 A1 | 20/06/2013 |
| | | WO 2013-158464 A1 | 24/10/2013 |
| | | WO 2013-163107 A1 | 31/10/2013 |
| | | WO 2014-209812 A1 | 31/12/2014 |
| | | WO 2015-120063 A1 | 13/08/2015 |
| | | WO 2016-044187 A1 | 24/03/2016 |
| WO 2011-020478 A1 | 24/02/2011 | EP 2467975 A1 | 27/06/2012 |
| | | EP 2467975 B1 | 02/12/2015 |
| US 2013-0021659 A1 | 24/01/2013 | CN 103168269 A | 19/06/2013 |
| | | CN 103168269 B | 12/04/2017 |
| | | CN 107357107 A | 17/11/2017 |
| | | EP 2601555 A1 | 12/06/2013 |
| | | TW 201215981 A | 16/04/2012 |
| | | TW 201715284 A | 01/05/2017 |
| | | US 2012-0033287 A1 | 09/02/2012 |
| | | US 2014-0307301 A1 | 16/10/2014 |
| | | US 2015-0062688 A1 | 05/03/2015 |
| | | US 2015-0316827 A1 | 05/11/2015 |
| | | US 2016-0154289 A1 | 02/06/2016 |
| | | US 8270059 B2 | 18/09/2012 |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**
Information on patent family members

International application No.
**PCT/US2017/066198**

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| | | US 8665512 B2 | 04/03/2014 |
| | | US 8908259 B2 | 09/12/2014 |
| | | US 9116410 B2 | 25/08/2015 |
| | | US 9829763 B2 | 28/11/2017 |
| | | WO 2012-018688 A1 | 09/02/2012 |

フロントページの続き

| (51)Int.Cl. | | F I | | テーマコード（参考） |
|---|---|---|---|---|
| *Ｅ０４Ｆ　10/00* | *(2006.01)* | Ａ４７Ｈ | 5/02 | |
| | | Ｅ０４Ｆ | 10/00 | |

(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT

(72)発明者　クラウアン、エリッチ　アール.
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９５０３５，　ミルピタス，　サウス　ミルピタス　ブールバード　１９５　ビュー，　インコーポレイテッド内
(72)発明者　ブラウン、ステファン　クラーク
アメリカ合衆国　カリフォルニア州　９５０３５，　ミルピタス，　サウス　ミルピタス　ブールバード　１９５　ビュー，　インコーポレイテッド内

Ｆターム(参考)　2E043 BB25 BE02 BE03 BE05 BE12 BE13 BE17
2E105 AA06 DD02 DD32 FF02 FF12 FF32 FF34
2E182 AA01 AB03
2K101 AA22 DA01 DB05 DC12 DC55 DC62 DC64 DC66 EA21 EB01
EB81 EB82 EB83 EC72 EE02 EG26 EG52 EH02 EH41 EK05